

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 8月20日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-239465

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-239465 ]

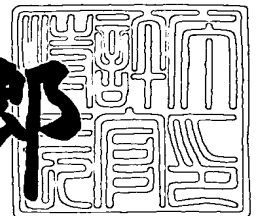
出 願 人  
Applicant(s):

日本電気株式会社

2003年 6月20日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3048636

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509949

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/00  
H04M 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 厩橋 正樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 高木 和男

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 飛鷹 洋一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 榎本 敦之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 岩田 淳

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 渋谷 真

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093595

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 正夫

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-204673

【出願日】 平成14年 7月12日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057794

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9303563

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークにおけるフレーム転送方法及びノード、フレーム転送プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォーワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォーワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 2】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォーワーディング情報及び前記送信元と前記送信先とが属するカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォーワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 3】 前記ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記データフレームのネットワーク情報に基づいて前記拡張タグを生成し、生成した前記拡張タグを付加して前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 4】 前記ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 5】 前記データフレームが、イーサネット(R)フレームであるこ

とを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 6】 前記イーサネット(R)フレームの V L A N タグを、前記拡張タグで置き換えることで前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項 5 に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 7】 前記イーサネット(R)フレームの送信元 M A C アドレスの直後に、前記拡張タグを挿入することにより前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項 5 に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 8】 前記イーサネット(R)フレームが前記 V L A N タグを有さない場合は、送信元 M A C アドレスとイーサネット(R)属性情報の間に前記拡張タグを付加することで前記拡張フレームとすることを特徴とする請求項 5 に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 9】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 1 0】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報とそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 1 1】 前記拡張タグの長さが 3 2 ビットであり、前記拡張タグの格納領域の長さが 3 2 ビットの整数倍であることを特徴とする請求項 1 から請求項 1 0 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 1 2】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 1 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 1 3】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 1 4】 複数のノードがリンクによって接続されるネットワークにおいて、

そのネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、

前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとし、

前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となることを特徴とするネットワーク。

【請求項 1 5】 前記ドメインの境界がリンクであることを特徴とする請求項 1 4 に記載のネットワーク。

【請求項 1 6】 前記ドメインの境界がノードであることを特徴とする請求項 1 4 に記載のネットワーク。

【請求項 1 7】 前記ドメインの境界がリンクとノードが混在していることを特徴とする請求項 1 4 に記載のネットワーク。

【請求項 1 8】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所

定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、

ネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、

前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとすることにより、

前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となる階層化ネットワークを形成し、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォーワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォーワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とするネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 19】 前記階層化ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記フォーワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及び出口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報及び入口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報であり、前記フォーワーディング情報を複数の拡張タグに格納し、前記複数の拡張タグを付加して拡張フレームとすることを特徴とする請求項 18 に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 20】 前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記付加された複数の拡張タグの先頭の拡張タグに格納されるフォーワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継することを特徴とする請求項 18 又は請求項 19 に記載のフレーム転送方法。

【請求項 21】 前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記先頭の拡張タグに基づいて決定した出力ポートの接続先が異なるドメインである場合、前記先頭の拡張タグを削除した後に決定した出力ポートに前記データフレームを中継することを特徴とする請求項 18 又は請求項 19 に記載のフレーム転送方法。

【請求項 2 2】 前記階層化ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 1 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 2 3】 前記階層ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び出口側のノードが属する各ドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記階層ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記階層ネットワークの前記出口側のノードが、前記転送先のアドレス情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と前記出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 2 の何れか 1 項に記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 2 4】 前記階層ネットワークの前記中継ノードが、出力ポートの接続先ノードが異なるドメインである場合、出力ポート情報として特別なフラグを併せ持つことを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 3 のいずれかに記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 2 5】 前記階層ネットワークの各々の前記ノードが、自ノードのノード識別情報または自ノードが属するドメインのドメイン識別情報に対する出力ポート情報として特別なフラグを併せ持つことを特徴とする請求項 1 8 から請求項 2 3 のいずれかに記載のネットワークにおけるフレーム転送方法。

【請求項 2 6】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域には、



- 1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、
  - 2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、
  - 3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、
  - 4) 拡張タグであることを明示する V L A N タグ / 拡張タグ表示ビット、
  - 5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、
  - 6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする T T L ( T i m e T o L i v e ) 、
- またはそれに追加して前記拡張タグの誤りチェックのための検査符号が格納されるフレーム制御情報格納領域のうちの少なくとも 1 以上が格納されることを特徴とする請求項 1 から請求項 2 5 の何れか 1 項に記載のフレーム転送方法。

【請求項 2 7】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域には、

- 1) 前記拡張タグ格納領域内に、拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、
- 2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、
- 5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、

が格納されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 2 5 の何れか 1 項に記載のフレーム転送方法。

【請求項 2 8】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが 1 6 ビットであり

、  
該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが 1 6 ビットであり、

該拡張タグ識別領域には、

- 1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォーワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォーワーディングタグ表示ビット、
- 2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、
- 3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、
- 4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ/拡張タグ表示ビット、
- 5) 拡張タグの種別を表示する4ビットのタグ種別表示領域、
- 6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする8ビットのTTL (Time To Live)、

が格納され、

前記VLANタグ/拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から2から4ビット目に格納されることを特徴とする請求項1から請求項25の何れか1項に記載のフレーム転送方法。

【請求項29】 前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、

該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、

該拡張タグ識別領域には、

- 1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォーワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォーワーディングタグ表示ビット、
- 2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、
- 3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、
- 4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ/拡張タグ

表示ビット、

5) 拡張タグの種別を表示する 3 ビットのタグ種別表示領域、

6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする 8 ビットの TTL (Time To Live)、

が格納され、

前記 VLAN タグ／拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から 2 から 5 ビット目に格納されることを特徴とする請求項 1 から請求項 25 の何れか 1 項に記載のフレーム転送方法。

【請求項 30】 前記拡張タグが前記フォワーディング情報を含む場合は、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、

該情報格納領域はフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグの種別を格納するアドレスタイプ領域と、フレームの転送情報を格納したアドレス領域とを格納されることを特徴とする請求項 1 から請求項 25 の何れか 1 項に記載のフレーム転送方法。

【請求項 31】 前記拡張タグに、

障害発生時の障害情報や障害復旧のための迂回経路情報を含むプロテクション情報、

パケットロス率やフレームのネットワーク内への流入時間や帯域制御情報を含む品質情報、

フレームのネットワーク内での生存時間や誤り検出のための情報を含むフレーム制御情報、

フレームの信頼性やネットワーク構築時やネットワーク構成変更時の秘匿性を確保するための情報を含むセキュリティ情報、

ユーザによって任意に定義される情報を含むユーザ拡張情報を選択的に含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 30 の何れか 1 項に記載のフレーム転送方法。

【請求項 32】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフ

ォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 3 3】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 3 4】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 3 5】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるド

メインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 3 6】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 3 7】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 3 8】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 3 9】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先

頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 4 0】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 4 1】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とするノード。

【請求項 4 2】 前記フレーム処理手段は、

ノードの入力ポートに入力された前記データフレームのフレーム属性情報を抽出するフレーム属性検出器と、

前記フレーム属性情報に基づいて、前記拡張タグを生成する拡張タグ生成器と

入力された前記データフレームに生成した前記拡張タグを付加して拡張フレームに変換するフレーム変換器と

から構成されることを特徴とする請求項 3 2 から請求項 4 1 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 4 3】 前記拡張タグ生成器は、

前記フレーム属性検出器において生成されたフレーム属性情報とネットワーク

情報との対応情報を格納した対応情報テーブルと、

前記フレーム属性情報を元に前記対応情報テーブルから前記フレーム属性情報に対応するネットワーク情報を読み込んだ後、前記ネットワーク情報を元に拡張タグを生成する拡張タグ生成部

とから構成されることを特徴とする請求項42に記載のノード。

【請求項44】 前記フレーム変換器は、

前記ノードの入力ポートに入力されたデータフレームがイーサネット(R)フレームである場合、

前記送信先MACアドレスの後に、前記拡張タグを挿入することを特徴とする請求項42または請求項43に記載のノード。

【請求項45】 前記フレーム変換器は、

前記データフレームがイーサネット(R)フレームである場合に前記フレームスイッチから転送されてきた前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、

該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット(R)フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有することを特徴とする請求項42から請求項44の何れか1項に記載のノード。

【請求項46】 前記拡張タグ付きフレームに含まれる前記拡張タグを削除してデータフレームとして出力する拡張タグ削除回路を備えることを特徴とする請求項32から請求項45の何れか1項に記載のノード。

【請求項47】 前記拡張タグ削除回路は、

前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、

該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット(R)フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有する部を有することを特徴とする請求項46に記載のノード。

【請求項48】 前記スイッチ手段は、

前記フレーム処理手段から転送される拡張フレームを受信し、前記拡張フレーム内の拡張タグに格納されたネットワーク情報を元に出力ポート情報を得るフレームフォワーディング部と、

前記フレームフォワーディング部から転送される拡張フレームと前記出力ポート情報を受信し、前記拡張タグ付きフレームを前記出力ポート情報に応じたポートに出力するパケットスイッチ部

とから構成されることを特徴とする請求項 3 2 から請求項 4 7 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 4 9】 前記フレームフォワーディング部は、

受信した前記拡張フレームの拡張タグ内のフォワーディング情報と前記パケットスイッチの出力ポート情報の対応を示す拡張タグ情報テーブルと、

受信した前記拡張フレームの拡張タグからフォワーディング情報を抽出し、前記拡張タグ情報テーブルを参照して該フォワーディング情報から出力ポート情報を得るフォワーディング経路検索部

とから構成されることを特徴とする請求項 4 8 に記載のノード。

【請求項 5 0】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項 4 9 に記載のノード。

【請求項 5 1】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項 4 9 に記載のノード。

【請求項 5 2】 前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及びノードが属する各階層のドメインの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする請求項 4 9 に記載のノード。

【請求項 5 3】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けた



テーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項 3 2 から請求項 5 2 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 5 4】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項 3 2 から請求項 5 3 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 5 5】 前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及びノードが属する各階層のドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、

前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする請求項 3 2 から請求項 5 3 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 5 6】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフ

ォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 5 7】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 5 8】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 5 9】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディ

ング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 6 0】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と

前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、

前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 6 1】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 6 2】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム

転送プログラム。

【請求項 6 3】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 6 4】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【請求項 6 5】 ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、

入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送する処理を実行することを特徴とするフレーム転送プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法及びノードに関し、特に、ノードのFDBに要するメモリ量を削減すると共に高速スイッチングを実現するフレーム転送方法及びノードに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

IPに代表されるデータ系トラヒックの増大に伴い、音声を主体に伝送サービスを行っていた従来の通信サービス会社（以下キャリア）においてもデータを廉価で効率よく伝送することが望まれている。イーサネット(R)技術はこれらの要求を満たす伝送手段の一つであり、これまでのLAN向けから公衆網向けに適用領域を広げている。

## 【0003】

図31、図32を用いてIEEE802.1qに準拠するイーサネット(R)フレーム及びIEEE802.1dに準拠するフレーム伝送方法を説明する。

## 【0004】

図31は、イーサネット(R)フレームの構成を示している。イーサネット(R)フレーム100は、送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102とネットワーク分離識別子103とイーサ属性識別子104とペイロード105とFrame Check Sequence (FCS) 106とから構成される。送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102には、イーサネット(R)フレーム100のそれぞれ送信先MACアドレス、送信元MACアドレスが格納される。送信元/送信先MACアドレスは、地理的要因やネットワーク構成要因に依存しない48ビットからなるハードウェアインタフェース固有のアドレスである。ネットワーク分離識別子103には、ネットワークを論理的に分離するVLAN-tag (Virtual LAN-tag) が格納されている。

## 【0005】

また、イーサ属性識別子104には、ペイロードに格納されたデータの属性を

示すタイプ、あるいはイーサネット(R)フレーム100のフレーム長を示す情報が格納される。また、ネットワーク分離識別子103は省略されているときもある。以降の説明では、特に断りがない限り、これらのイーサネット(R)フレームも含めてイーサネット(R)フレーム100と称することにする。

## 【0006】

図32は、図31のイーサネット(R)フレーム100をスイッチするノード200を示している。ノード200は、ラーニングモジュール(Learning Module)210とフィルタリングデータベース(Filtering Database:以下FDBと称する)220とMACスイッチ(パケットスイッチ)230とから構成される。図32の入力ポート201-inと出力ポート201-out、入力ポート202-inと出力ポート202-out、入力ポート203-inと出力ポート203-outはそれぞれ1組の双方向ポートとする。

## 【0007】

入力ポート201-in、202-in、203-inからのイーサネット(R)フレーム100は、ラーニングモジュール210でスヌープされた後、MACスイッチ230に転送される。ラーニングモジュール210は、入力イーサネット(R)フレーム100の送信元MACアドレス102に格納されたMACアドレス情報とネットワーク分離識別子103に格納されたネットワーク分離情報と、その入力ポート201-in、202-in、203-inの双方向ペアの出力ポート201-out、202-out、203-outとを学習し、これらの情報を関連づけてFDB220に登録する。

## 【0008】

MACスイッチ230は、FDB220から入力イーサネット(R)フレーム100の送信先MACアドレス101のMACアドレス情報、あるいは送信先MACアドレス101のMACアドレス情報とネットワーク分離識別子103のネットワーク分離情報に対する出力ポート情報を入手し、その出力ポート情報に応じたポートへ転送する。

## 【0009】

このようにして、ノード 2 0 0 はイーサネット (R) フレーム 1 0 0 の送信先 MAC アドレス 1 0 1、送信元 MAC アドレス 1 0 2、ネットワーク分離識別子 1 0 3 を用いて適切な出力ポートに転送することにより、イーサネット (R) フレーム 1 0 0 は所望の送信先端末に転送される。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

以上説明したように、既存イーサネット (R) のノードは、4 8 ビットで表される送信先 MAC アドレス情報に基づいて入力イーサネット (R) フレームの出力ポートを決定する。MAC アドレスは地理的要因／ネットワーク構成要因とは無関係のハードウェアインタフェース固有アドレスであるため、FDB には全ホストについてのエントリが必要であり、FDB のメモリ量が増加する。

【 0 0 1 1 】

また、出力ポートを決定するときには 4 8 ビットの完全マッチングによる検索が必要であり、スイッチング速度が制限されるという問題がある。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、ネットワークにおけるノードの FDB に要するメモリ量を大幅に削減することができるフレーム転送方法及びノードを提供することにある。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の目的は、従来の送信先 MAC アドレスの完全マッチングによるフォワーディング先検索と比べ、検索の簡易化／高速化を図ることにより、高速フォワーディングを可能とするフレーム転送方法及びノードを提供することにある。

【 0 0 1 4 】

本発明のさらに他の目的は、既存のノードとの親和性及び接続性を損なうことなくフレーム転送を実現できるフレーム転送方法及びノードを提供することにある。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフ

フレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 2 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信元と前記送信先とが属するカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 3 の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記データフレームのネットワーク情報に基づいて前記拡張タグを生成し、生成した前記拡張タグを付加して前記拡張フレームとすることを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 4 の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 5 の本発明のフレーム転送方法は、前記データフレームが、イーサネット(R)フレームであることを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

請求項 6 の本発明のフレーム転送方法は、前記イーサネット(R)フレームの VLAN タグを、前記拡張タグで置き換えることで前記拡張フレームとすることを特



徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 7 の本発明のフレーム転送方法は、前記イーサネット (R) フレームの送信元 MAC アドレスの直後に、前記拡張タグを挿入することにより前記拡張フレームとすることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 8 の本発明のフレーム転送方法は、前記イーサネット (R) フレームが前記 VLAN タグを有さない場合は、送信元 MAC アドレスとイーサネット (R) 属性情報の間に前記拡張タグを付加することで前記拡張フレームとすることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 9 の本発明のフレーム転送方法は、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 0 の本発明のフレーム転送方法は、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報とそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 1 の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグの長さが 3 2 ビットであり、前記拡張タグの格納領域の長さが 3 2 ビットの整数倍であることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 2 の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転

送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 7 】

請求項 1 3 の本発明のフレーム転送方法は、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 8 】

請求項 1 4 の本発明は、複数のノードがリンクによって接続されるネットワークにおいて、そのネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとし、前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となることを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

請求項 1 5 の本発明の階層化ネットワークは、前記ドメインの境界がリンクであることを特徴とする。

## 【 0 0 3 0 】

請求項 1 6 の本発明の階層化ネットワークは、前記ドメインの境界がノードであることを特徴とする。

## 【 0 0 3 1 】

請求項 1 7 の本発明の階層化ネットワークは、前記ドメインの境界がリンクとノードが混在していることを特徴とする。

## 【 0 0 3 2 】

請求項 1 8 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレーム

を所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送方法において、ネットワークの物理接続に対して一部のノードをグループ化してドメインとして物理接続に対する上位階層の階層ネットワークとし、前記階層ネットワークに対して一部のドメインをグループ化して上位ドメインとして前記階層ネットワークに対する上位階層の階層ネットワークとすることにより、前記階層ネットワークの構造が任意数の階層となる階層化ネットワークを形成し、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送する前記階層化ネットワークにおけるフレーム転送方法において、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、前記ネットワーク上の各ノードが、前記付加された拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継し、前記出口側のノードへ転送することを特徴とする。

## 【 0 0 3 3 】

請求項 1 9 の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の前記データフレームの送信元の入口側となるノードにおいて、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及び出口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報及び入口側のノードが属する各階層のドメインの識別子情報であり、前記フォワーディング情報を複数の拡張タグに格納し、前記複数の拡張タグを付加して拡張フレームとすることを特徴とする。

## 【 0 0 3 4 】

請求項 2 0 の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記付加された複数の拡張タグの先頭の拡張タグに格納されるフォワーディング情報に基づいて前記データフレームを中継することを特徴とする。

## 【 0 0 3 5 】

請求項 2 1 の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の各ノードにおいて、前記先頭の拡張タグに基づいて決定した出力ポートの接続先が異なるドメインである場合、前記先頭の拡張タグを削除した後に決定した出力ポ

トに前記データフレームを中継することを特徴とする。

## 【 0 0 3 6 】

請求項 2 2 の本発明のフレーム転送方法は、前記階層化ネットワーク上の前記出口側のノードにおいて、前記拡張フレームから前記拡張タグを削除して前記データフレームとして前記転送先へ転送することを特徴とする。

## 【 0 0 3 7 】

請求項 2 3 の本発明のフレーム転送方法は、前記階層ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び出口側のノードが属する各ドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記階層ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記階層ネットワークの前記出口側のノードが、前記転送先のアドレス情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と前記出口側のノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

## 【 0 0 3 8 】

請求項 2 4 の本発明のフレーム転送方法は、前記階層ネットワークの前記中継ノードが、出力ポートの接続先ノードが異なるドメインである場合、出力ポート情報として特別なフラグを併せ持つことを特徴とする。

## 【 0 0 3 9 】

請求項 2 5 の本発明のフレーム転送方法は、前記階層ネットワークの各々の前記ノードが、自ノードのノード識別情報または自ノードが属するドメインのドメイン識別情報に対する出力ポート情報として特別なフラグを併せ持つことを特徴とする。

## 【 0 0 4 0 】

請求項 2 6 の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域には、 1) 前記拡張

タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、4) 拡張タグであることを明示するVLANタグ/拡張タグ表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントするTTL (Time To Live)、またはそれに追加して前記拡張タグの誤りチェックのための検査符号が格納されるフレーム制御情報格納領域のうちの少なくとも1以上が格納されることを特徴とする。

## 【0041】

請求項27の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域には、1) 前記拡張タグ格納領域内に、拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示するタグ種別表示領域、が格納されていることを特徴とする。

## 【0042】

請求項28の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該拡張タグ識別領域には、1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ/拡張タグ表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示する4ビットのタグ種別表示領域、6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする8ビットのTTL (Time To Live

e)、が格納され、前記VLANタグ／拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から2から4ビット目に格納されることを特徴とする。

#### 【0043】

請求項29の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグは、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該拡張タグ識別領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該情報格納領域は拡張タグの前半部に位置しその長さが16ビットであり、該拡張タグ識別領域には、1) 前記拡張タグ格納領域内に拡張タグ付きフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグ以外の拡張タグが存在するかどうかを示すフォワーディングタグ表示ビット、2) 前記拡張タグ格納領域の最後尾に収容された拡張タグであることを示す領域終点表示ビット、3) 将来の機能拡張に備えた予約ビット、4) 拡張タグであることを明示する値が1に固定されたVLANタグ／拡張タグ表示ビット、5) 拡張タグの種別を表示する3ビットのタグ種別表示領域、6) 前記拡張タグ付きフレームのホップ数をカウントする8ビットのTTL (Time To Live)、が格納され、前記VLANタグ／拡張タグ表示ビットは拡張タグ識別領域の先頭から2から5ビット目に格納されることを特徴とする。

#### 【0044】

請求項30の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグが前記フォワーディング情報を含む場合は、拡張タグ識別領域と情報格納領域とによって構成され、該情報格納領域はフレームの転送情報を格納したフォワーディング情報タグの種別を格納するアドレスタイプ領域と、フレームの転送情報を格納したアドレス領域とを格納されることを特徴とする。

#### 【0045】

請求項31の本発明のフレーム転送方法は、前記拡張タグに、障害発生時の障害情報や障害復旧のための迂回経路情報を含むプロテクション情報、パケットロス率やフレームのネットワーク内への流入時間や帯域制御情報を含む品質情報、フレームのネットワーク内での生存時間や誤り検出のための情報を含むフレーム制御情報、フレームの信頼性やネットワーク構築時やネットワーク構成変更時の秘

匿性を確保するための情報を含むセキュリティ情報、ユーザによって任意に定義される情報を含むユーザ拡張情報を選択的に含むことを特徴とする。

## 【 0 0 4 6 】

請求項 3 2 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 4 7 】

請求項 3 3 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 4 8 】

請求項 3 4 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 4 9 】

請求項 3 5 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング

情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 5 0 】

請求項 3 6 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとするフレーム処理手段と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 5 1 】

請求項 3 7 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 5 2 】

請求項 3 8 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノード



ドへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

請求項 3 9 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

請求項 4 0 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

請求項 4 1 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノードであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送するスイッチ手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 5 6 】

請求項 4 2 の本発明のノードでは、前記フレーム処理手段は、ノードの入力ポートに入力された前記データフレームのフレーム属性情報を抽出するフレーム属

性検出器と、前記フレーム属性情報に基づいて、前記拡張タグを生成する拡張タグ生成器と、入力された前記データフレームに生成した前記拡張タグを付加して拡張フレームに変換するフレーム変換器とから構成されることを特徴とする。

## 【 0 0 5 7 】

請求項 4 3 の本発明のノードでは、前記拡張タグ生成器は、前記フレーム属性検出器において生成されたフレーム属性情報とネットワーク情報との対応情報を格納した対応情報テーブルと、前記フレーム属性情報を元に前記対応情報テーブルから前記フレーム属性情報に対応するネットワーク情報を読み込んだ後、前記ネットワーク情報を元に拡張タグを生成する拡張タグ生成部とから構成されることを特徴とする。

## 【 0 0 5 8 】

請求項 4 4 の本発明のノードでは、前記フレーム変換器は、前記ノードの入力ポートに入力されたデータフレームがイーサネット(R)フレームである場合、前記送信先MACアドレスの後に、前記拡張タグを挿入することを特徴とする。

## 【 0 0 5 9 】

請求項 4 5 の本発明のノードでは、前記フレーム変換器は、前記データフレームがイーサネット(R)フレームである場合に前記フレームスイッチから転送されてきた前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット(R)フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有することを特徴とする。

## 【 0 0 6 0 】

請求項 4 6 の本発明のノードでは、前記拡張タグ付きフレームに含まれる前記拡張タグを削除してデータフレームとして出力する拡張タグ削除回路を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 6 1 】

請求項 4 7 の本発明のノードでは、前記拡張タグ削除回路は、前記拡張フレームから前記拡張タグを分離する拡張タグ分離部と、該拡張タグ分離部から転送される前記イーサネット(R)フレームのFCSを再計算して該FCSを書き換えるFCS計算部を有する部を有することを特徴とする。

## 【 0 0 6 2 】

請求項 4 8 の本発明のノードでは、前記スイッチ手段は、前記フレーム処理手段から転送される拡張フレームを受信し、前記拡張フレーム内の拡張タグに格納されたネットワーク情報を元に出力ポート情報を得るフレームフォワーディング部と、前記フレームフォワーディング部から転送される拡張フレームと前記出力ポート情報を受信し、前記拡張タグ付きフレームを前記出力ポート情報に応じたポートに出力するパケットスイッチ部とから構成されることを特徴とする。

## 【 0 0 6 3 】

請求項 4 9 の本発明のノードでは、前記フレームフォワーディング部は、受信した前記拡張フレームの拡張タグ内のフォワーディング情報と前記パケットスイッチの出力ポート情報の対応を示す拡張タグ情報テーブルと、受信した前記拡張フレームの拡張タグからフォワーディング情報を抽出し、前記拡張タグ情報テーブルを参照して該フォワーディング情報から出力ポート情報を得るフォワーディング経路検索部とから構成されることを特徴とする。

## 【 0 0 6 4 】

請求項 5 0 の本発明のノードでは、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする。

## 【 0 0 6 5 】

請求項 5 1 の本発明のノードでは、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報、またはそれに加えて前記入口側のノードの識別子情報からなる識別情報であることを特徴とする。

## 【 0 0 6 6 】

請求項 5 2 の本発明のノードでは、前記フォワーディング情報が、前記出口側のノードの識別子情報及びノードが属する各階層のドメインの識別子情報、あるいは前記出口側のノードへ到達するためのラベル情報からなる識別情報であることを特徴とする。

## 【 0 0 6 7 】

請求項 5 3 の本発明のノードでは、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

## 【 0 0 6 8 】

請求項 5 4 の本発明のノードでは、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及び前記転送先のカスタマ情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のカスタマ情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

## 【 0 0 6 9 】

請求項 5 5 の本発明のノードでは、前記ネットワークの前記入口側のノードが、前記転送先のアドレスと前記出口側のノードの識別情報及びノードが属する各階層のドメインの識別情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記ネットワークの中継ノードが、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有し、前記出口側のノードが、前記転送先のアドレスと出力ポート情報を対応付けたテーブルと、前記出口側のノードの識別情報とノードが属する各階層のドメインの識別情報と出力ポート情報を対応付けたテーブルを有することを特徴とする。

## 【 0 0 7 0 】

請求項 5 6 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレーム

を所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

## 【 0 0 7 1 】

請求項 5 7 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

## 【 0 0 7 2 】

請求項 5 8 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

## 【 0 0 7 3 】

請求項 5 9 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情

報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

## 【 0 0 7 4 】

請求項 6 0 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加して拡張フレームとする処理と、前記拡張フレームを受信し、先頭の位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送する処理とを実行することを特徴とする。

## 【 0 0 7 5 】

請求項 6 1 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

## 【 0 0 7 6 】

請求項 6 2 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報及び前記送信先のカスタマ情報を含む拡張タグを付加した拡張フレームを受信

し、前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【 0 0 7 7 】

請求項 6 3 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【 0 0 7 8 】

請求項 6 4 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が次ホップのノードが異なるドメインに属することを示す場合に、削除回路への経路へ転送する処理を実行することを特徴とする。

【 0 0 7 9 】

請求項 6 5 の本発明は、ネットワーク上の送信元から送られるデータフレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるノード上で実行され、前記データフレームの転送を制御するフレーム転送プログラムであって、入力された前記データフレームに、前記送信先への出口側となるノードへのフォワーディング情報を含む複数の拡張タグを付加した拡張フレームを受信し、先頭に位置する前記拡張タグの前記フォワーディング情報に基づいて、前記出口側のノードへの経路へ転送し、前記先頭拡張タグの前記フォワーディング情報が自ノードまたは自ノードが属するドメインの識別情報と一致する場合に、削除回路への経路へ転送す

る処理を実行することを特徴とする。

【0080】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0081】

(第1の拡張タグ付きフレーム構成)

本発明のフレーム伝送方法において用いる第1のフレームフォーマットについて説明する。

【0082】

図1は、IEEE 802.1Qで規定されているVLANタグ付きイーサネット(R)フレームのフォーマットである。VLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200は、送信先MACアドレス2201と、送信元MACアドレス2202と、VLANタグ2203と、イーサネット(R)属性情報2204と、ペイロード2205と、FCS 2206とから構成される。

【0083】

これに対して、図2は、本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームのフォーマットである。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300は、送信先MACアドレス2201と、送信元MACアドレス2202と、拡張タグ格納領域2301と、イーサネット(R)属性情報2204と、ペイロード2205と、FCS 2206とから構成され、既存のVLANタグ付きイーサネット(R)フレーム2200のVLANタグ2203が拡張タグ格納領域2301に置き換わる。

【0084】

また図3に示すように別の構成の拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400も存在し、これは送信先MACアドレス2201と、送信元MACアドレス2202と、拡張タグ格納領域2301と、VLANタグ2203と、イーサネット(R)属性情報2204と、ペイロード2205と、FCS 2206とから構成され、拡張タグ格納領域2301は送信元MACアドレス2202の後に挿入される。



## 【 0 0 8 5 】

拡張タグ格納領域 2 3 0 1 には 1 つまたは複数の拡張タグを格納可能である。拡張タグのサイズは 4 バイトであり、VLAN タグ 2 2 0 3 と同一サイズとなっている。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 の最上段の拡張タグと VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 の VLAN タグは同一の位置に同一のサイズで格納されており、その区別は各々のタグの上位 2 バイトに格納される値を変更することにより区別する（詳細については後述する）。

## 【 0 0 8 6 】

これにより、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 は、VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 と互換性を有しており、既存ノード、拡張タグ対応ノードの双方においてどちらのフレームも処理可能である。

## 【 0 0 8 7 】

図 4、図 5 は、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を示している。図 4 に示す格納例では、2 つの拡張タグ 2 5 0 0 が格納され、図 5 に示す格納例では、8 個の拡張タグ 2 5 0 0 ～ 2 5 0 7 が格納されている。また、図 4 に示す格納例では、フォワーディングタグ 2 5 0 0 が格納されている。

## 【 0 0 8 8 】

フォワーディングタグ 2 5 0 0 には宛先ノードの識別子や宛先までのラベル（例えば MPLS ラベル）が格納される。また、宛先ノードの識別子を格納したフォワーディングタグ 2 5 0 0 に加えて、送信元ノードの識別子を格納する場合もある。各ノードはこのフォワーディングタグを参照してフレーム転送先を決定する。このフォワーディングタグ 2 5 0 0 は拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 において必ず格納される。図 5 に示す格納例では、フォワーディングタグ 2 5 0 0 以外の拡張タグも格納されている。

## 【 0 0 8 9 】

拡張タグの種類としては、カスタマ分離タグ 2 5 0 1、プロテクションタグ 2 5 0 2、OAM & P タグ 2 5 0 3、品質情報タグ 2 5 0 4、フレーム制御タグ 2

5 0 5、セキュリティタグ 2 5 0 6、ユーザ拡張タグ 2 5 0 7 が格納されている。

#### 【 0 0 9 0 】

カスタマ分離タグ 2 5 0 2 には、各ノード 9 0 0 に収容されるカスタマ毎に情報を分離するための識別子が格納される。カスタマとしては、同一の VLAN の所属するカスタマを同一カスタマとする場合や、2 つ以上のノード 9 0 0 の特定のポートに収容されるカスタマを同一カスタマとする場合や、網内のノードに接続する 2 つ以上のホストを同一カスタマとする場合などがある。これらのカスタマに対して分離識別子が割り当てられ、各カスタマからのフレームにはカスタマ分離タグ 2 5 0 2 内にこの分離識別子が格納される。カスタマ分離タグ 2 5 0 2 によってカスタマを識別することにより、カスタマ単位の付加サービス（例えば、特定カスタマに対する優先制御など）の提供が可能となる。また、カスタマ分離タグ 2 5 0 2 は複数スタックして使うことも可能である。この場合、分離可能なカスタマ数を大幅に増やすことができる。なお、カスタマ分離タグ 2 5 0 2 をスタックする場合には、スタックした最終段のカスタマ分離タグ 2 5 0 2 は最終段であることを示す特別なカスタマ分離タグを使用する。

#### 【 0 0 9 1 】

プロテクションタグ 2 5 0 3 には、障害発生時の障害情報や障害復旧のための迂回経路情報が格納される。OAM&P タグ 2 5 0 4 には、運用／管理情報が格納される。

#### 【 0 0 9 2 】

品質情報タグ 2 5 0 5 には、遅延、ジッタ、パケットロス率やフレームのネットワーク内への流入時間を示すタイムスタンプ、帯域制御情報等の品質情報が格納される。品質情報タグ 2 5 0 5 にタイムスタンプ値が格納されている場合、フレームを受信したノード 9 0 0 は現在の時刻とタイムスタンプ値よりそのフレームの網内遅延（ネットワーク内での滞在時間）を算出することができる。網内遅延の保証値が定められている場合には、保証値を実現できるよう優先処理を実施することができる。また、品質情報タグ 2 5 0 5 に要求帯域や蓄積データ量やトラヒッククラス等の帯域制御情報が格納されている場合、そのフローの蓄積デー

タ量やトラフィッククラスと他のフローのトラフィック状況を考慮して、要求帯域を確保するための帯域制御を実施することができる。

#### 【 0 0 9 3 】

フレーム制御タグ 2 5 0 6 には、フレームのネットワーク内での生存時間を制限するホップカウンタ (T T L : Time To Live) や誤り検出のための C R C などの情報が格納される。T T L が格納される場合には、経由するノード毎に T T L 値が減算され、T T L = 0 となったところでこのフレームは廃棄される。これにより、ループ経路になった場合でもフレームが循環し続けるのを防ぐことができる。また C R C が格納される場合には、入口側ノードにおける拡張タグ格納領域 2 3 0 1 の C R C 演算結果が格納されており、出口側ノードにおいて再度 C R C 演算を実施して格納値と比較することにより、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 の誤りを検出可能である。

#### 【 0 0 9 4 】

セキュリティタグ 2 5 0 7 には、フレームの信頼性、ネットワーク構築時やネットワーク構成変更時の秘匿性を確保するための情報が格納される。セキュリティタグ 2 5 0 7 の利用例としては以下の例があげられる。ネットワーク内で通信するカスタマにはカスタマ毎のセキュリティ識別子が予め設定され、その識別子はカスタマが接続する各ノードで保持される。各カスタマはフレーム転送の際に、設定されたセキュリティ識別子を常にセキュリティタグ 2 5 0 7 に格納することにより、カスタマ分離タグ 2 5 0 1 の情報を改ざんした悪意のあるカスタマからのフレーム送受信を防ぐことができる。また、ネットワーク構築時やネットワーク構成変更時において、ノード間でネゴシエートして共通のセキュリティ識別子を設定する。当該ノード間のフレーム転送の際に、設定したセキュリティ識別子を常にセキュリティタグ 2 5 0 7 に格納することにより、悪意のあるノードをネットワークに接続するのを防ぐことができる。

#### 【 0 0 9 5 】

ユーザ拡張タグ 2 5 0 7 には、ユーザが独自に定義する任意の情報が格納される。ユーザが独自にタグのフォーマット及び格納情報を定義し、その処理内容を定義することにより、ユーザ独自の機能拡張を図ることができ、ネットワークの

柔軟性を高められる。

#### 【0096】

フォワーディングタグ2500以外の拡張タグ2501～2507は、必要に応じて格納される。フォワーディングタグ2500は、拡張タグ格納領域2301の先頭に格納され、その他の拡張タグ2501～2507はその後方に格納される。フォワーディングタグ2500よりも後方であれば、予め決められた固定位置でも、任意の位置でも良い。

#### 【0097】

図6は、拡張タグ2500～2507の構成を示している。拡張タグ2500～2507は、拡張タグ識別領域2601と拡張タグ情報領域2602から構成される。拡張タグ識別領域2601には、拡張タグ2500～2507の種別情報等が格納されており（カスタマ分離タグ2502に関しては、スタック時の最終段のカスタマ分離タグを示すための種別情報を別途設定する）、拡張タグ情報領域2602には各拡張タグ2500～2507の種別に応じた情報（フォワーディング情報、カスタマ分離情報、プロテクション情報、OAM&P情報、品質情報、フレーム制御情報、セキュリティ情報、ユーザ拡張情報、領域情報）が格納されている。

#### 【0098】

図7は、拡張タグ識別領域2601の構成を示している。拡張タグ識別領域2601は、フォワーディングタグ表示ビット2700と、領域終点表示ビット2701と、予約ビット2702と、VLANタグ／拡張タグ識別ビット2703と、タグ種別表示領域2704と、フレーム制御情報格納領域2705から構成される。

#### 【0099】

フォワーディングタグ表示ビット2700は、その拡張タグがフォワーディングタグか否かを示すビットである。このビットでフォワーディングタグであることを認識することにより、ハードウェア処理による高速フォワーディングが可能となる。

#### 【0100】

領域終点表示ビット 2 7 0 1 は、その拡張タグが拡張タグ格納領域 2 3 0 1 内の最終の拡張タグであることを示すビットである。拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に任意数の拡張タグがスタックされている場合でも、このビットにより最終の拡張タグを識別可能である。

#### 【 0 1 0 1 】

予約ビット 2 7 0 2 は将来のための予約ビットである。VLAN タグ／拡張タグ識別ビット 2 7 0 3 は、この領域に格納されたタグが拡張タグであることを識別するためのビットであり、拡張タグである場合、このビットを 1 とする。

#### 【 0 1 0 2 】

この VLAN タグ／拡張タグ識別ビット 2 7 0 3 により拡張タグと VLAN タグの識別が可能な理由を図 8 にて説明する。図 8 は、VLAN タグ 2 2 0 3 の構成を示しており、VLAN タグ 2 2 0 3 は、拡張タグ識別領域 2 6 0 1 に相当する TPID 2 8 0 0 と、拡張タグ情報領域 2 6 0 2 に相当する TCID 2 8 0 1 とから構成される。

#### 【 0 1 0 3 】

TPID 2 8 0 0 は IEEE 8 0 2 . 1 q において 0 x 8 1 0 0 に規定されているため、VLAN タグ 2 2 0 3 では TPID 2 8 0 0 の先頭から 4 ビット目は 0 となる。一方、拡張タグ 2 5 0 0 ~ 2 5 0 7 では VLAN タグ／拡張タグ識別ビット 2 7 0 3 を 1 とするので、拡張タグであることを識別できる。図 7 のタグ種別表示領域 2 7 0 4 は、拡張タグの種別を示す領域である。拡張タグの種別を示す識別子は図 5 で示した拡張タグ 2 5 0 0 ~ 2 5 0 7 の各々に対してアサインされる。また、同一の拡張タグが複数連続して格納される場合、その終点を示す識別子を各々に対してアサインしても良い。その場合、同一拡張タグを高速に認識できるという利点がある。

#### 【 0 1 0 4 】

フレーム制御情報格納領域 2 7 0 5 は、フレーム制御情報を格納する領域であり、TTL を格納する。フレーム制御情報格納領域に TTL が格納される場合、経路するノード毎に TTL 値が減算され、TTL = 0 となったところでこのフレームは廃棄される。これにより、ループ経路になった場合でもフレームが循環し

続けるのを防ぐことができる。拡張タグ識別領域 2 6 0 1 の各構成要素 2 7 0 0 ～ 2 7 0 5 の順序は図 5 の例だけに限定されるわけではない。各構成要素 2 7 0 0 ～ 2 7 0 5 の中で V L A N タグ／拡張タグ識別ビット 2 7 0 3 は、先頭から 2 ～ 4 ビット目（タグ種別表示領域 2 7 0 4 が 3 ビットの場合は、先頭から 2 ～ 5 ビット目）に格納されなければならないが、その他の構成要素 2 7 0 0、2 7 0 1、2 7 0 2、2 7 0 4、2 7 0 5 については任意の位置でかまわない。

## 【 0 1 0 5 】

図 9 は、フォーディングタグ 2 5 0 0 の拡張タグ情報領域 2 6 0 2 の構成を示している。拡張タグ情報領域 2 6 0 2 は、アドレスタイプ領域 2 9 0 1 とアドレス領域 2 9 0 2 から構成される。アドレスタイプ領域 2 9 0 1 には宛先アドレスのタイプが格納され、ネットワークが階層化されたときにアドレスのタイプを識別するために用いられる。アドレス領域 2 9 0 2 には宛先アドレスが格納される。プロテクションタグ 2 5 0 2 が迂回経路の宛先ノード情報を格納する場合には、図 9 の構成はプロテクションタグ 2 5 0 2 の拡張タグ情報領域 2 6 0 2 としても適用可能である。

## 【 0 1 0 6 】

（第 1 の実施の形態によるノード構成）

次に、上記の拡張タグ付きイーサネット (R) フレームを生成あるいは転送するノードについて説明する。

## 【 0 1 0 7 】

図 1 0 は、本発明の第 1 の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 3 0 0 を生成あるいは転送するノード 9 0 0 の構成図である。

## 【 0 1 0 8 】

図 1 0 のノード 9 0 0 は、拡張タグ生成回路 9 1 0 と、拡張タグ処理回路 9 2 0、9 2 1、9 2 2 と、拡張タグスイッチ 9 3 0 と、拡張タグ削除回路 9 4 0 から構成される。ノード 9 0 0 への入力ポートは拡張タグ処理回路 9 2 0、9 2 1 への入力が入力ポート 9 0 1 - i n、9 0 2 - i n であり、拡張タグ生成回路 9 1 0 への入力が入力ポート 9 0 3 - i n である。

## 【 0 1 0 9 】

入力ポート 9 0 1 - i n、9 0 2 - i n には他のノード 9 0 0 から転送される拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 が入力され、入力ポート 9 0 3 - i n からは既存のイーサスイッチまたはホストから転送されるイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 が入力される場合を示している。

## 【 0 1 1 0 】

入力ポート 9 0 3 - i n からのイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 は、拡張タグ生成回路 9 1 0 に入力される。

## 【 0 1 1 1 】

拡張タグ生成回路 9 1 0 は、イーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 の送信先 MAC アドレス 2 2 0 1、送信元 MAC アドレス 2 2 0 2、VLAN タグ 2 2 0 3、イーサネット(R)属性情報 2 2 0 4、ペイロード 2 2 0 5 に含まれるデータ情報、入力ポート情報の全てあるいは任意の組み合わせの情報からイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 の転送先ノード情報を検索する。

## 【 0 1 1 2 】

検索の結果得られた転送先ノード識別子あるいは転送先ノードに到達するためのラベルなどのフォワーディング情報を生成し、生成したフォワーディング情報を格納した拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を VLAN タグ 2 2 0 3 の格納領域に書き込むことで、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を生成する。その後、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 が書き込まれた拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を拡張タグ処理回路 9 2 2 へと転送する。

## 【 0 1 1 3 】

また、入力ポート 9 0 1 - i n、9 0 2 - i n から入力される拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 は、それぞれ拡張タグ処理回路 9 2 0、9 2 1 に入力される。

## 【 0 1 1 4 】

拡張タグ処理回路 9 2 0 ~ 9 2 2 は、入力された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 の拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に格納されたフォワーディング情報を抽出する。拡張タグ処理回路 9 2 0 ~ 9 2 2 は、抽出したフォワーディング情報から出力ポートを決定し、決定した出力ポート情報と拡張タグ付きイーサ

ネット(R)フレーム 2 3 0 0 を拡張タグスイッチ 9 3 0 へ通知する。

【 0 1 1 5 】

拡張タグスイッチ 9 3 0 は、受信した出力ポート情報に基づいて拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を出力ポート 9 0 1 - o u t、9 0 2 - o u t あるいは拡張タグ削除回路 9 4 0 へ転送する。ここで、出力ポート 9 0 1 - o u t、9 0 2 - o u t は、他のノード 9 0 0 と接続されており、出力ポート 9 0 3 - o u t は既存のイーサネット(R)スイッチまたはホストと接続されている。

【 0 1 1 6 】

拡張タグ削除回路 9 4 0 は、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 の送信先 MAC アドレス 2 2 0 1、送信元 MAC アドレス 2 2 0 2、拡張タグ格納領域 2 3 0 1、イーサネット(R)属性情報 2 2 0 4 の全てあるいはいくつかの情報を基にネットワーク分離識別を行う V L A N - t a g 値を決定する。V L A N - t a g 値の決定方法としては、例えば、ノード 9 0 0 は入力ポート 9 0 3 - i n からのイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 を受信する際に、フレームの送信先 MAC アドレス 2 2 0 1 と送信元 MAC アドレス 2 2 0 2 の組み合わせと V L A N - t a g 値の対応情報を学習する。拡張タグ削除回路 9 4 0 では、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を受信すると学習情報を参照して、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 の送信先 MAC アドレス 2 2 0 1 / 送信元 MAC アドレス 2 2 0 2 が学習情報の送信元 MAC アドレス / 送信先 MAC アドレスと一致する V L A N - t a g 値を取得し、そのフレームの V L A N - t a g 値として決定する。

【 0 1 1 7 】

その後、決定した V L A N - t a g 値を含む VLAN タグ 2 2 0 3 を拡張タグ格納領域 2 3 0 1 (通常のイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 の VLAN タグ 2 2 0 3 格納領域) に書き込み、VLAN タグ 2 2 0 3 が記述されたイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 を出力ポート 9 0 3 - o u t に出力する。

【 0 1 1 8 】

拡張タグ格納領域 2 3 0 1 にフォワーディング情報以外のネットワーク情報を格納する場合、拡張タグ生成回路 9 1 0 はイーサネット(R) 2 2 0 0 の送信先 M



ＡＣアドレス２２０１、送信元ＭＡＣアドレス２２０２、ＶＬＡＮタグ２２０３、イーサネット(R)属性情報２２０４、ペイロード２２０５に含まれるデータ情報、入力ポート情報の全てあるいは任意の組み合わせの情報から、第１の実施の形態で記載したカスタマ分離情報や、プロテクション情報や、ＯＡＭ＆Ｐ情報や、拡張情報などの中から必要なネットワーク情報を生成し、拡張タグ格納領域２３０１に格納する。

## 【０１１９】

カスタマ分離に関しては前記の通り、カスタマはＶＬＡＮ毎に分離されたり、複数のポート間で分離されたり、複数のホスト間で分離され、同一カスタマの管理はサーバによって行なわれる。イーサネット(R)フレーム２２００が到着すると、ＶＬＡＮ毎にカスタマ分離される場合はＶＬＡＮタグ２２０３によってカスタマ分離情報が決定され、ポート間でカスタマ分離される場合は入力ポート情報によってカスタマ分離情報が決定され、ホスト間でカスタマ分離される場合は送信先ＭＡＣアドレス２２０１、送信元ＭＡＣアドレス２２０２の両方またはいずれか一方からカスタマ分離情報が決定される。

## 【０１２０】

拡張タグ格納領域２３０１にフォワーディング情報以外のネットワーク情報を含む場合、拡張タグ処理回路９２０～９２２は、拡張タグ格納領域２３０１のネットワーク情報から全てあるいはいくつかを抽出し、抽出したネットワーク情報の収集処理や情報書換／更新処理や削減処理や新たなネットワーク情報の付加処理を行ってもよい。例えば、ＭＰＬＳ(Multi-Protocol Label Switching)のようにフォワーディング情報がホップバイホップで決定されるラベル情報である場合には、そのフォワーディング情報を中継ノードで書き換える。また、複数のノード９００を接続して構築されるネットワークにおいて特定のノード９００間でＯＡＭ＆Ｐ情報を転送する際には、その特定のノード９００間でＯＡＭ＆Ｐ情報の付加と削減を行う。

## 【０１２１】

このような図１０のノード構成によってイーサネット(R)フレームを本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム２３００に変換できる。また、本発明の

フォワーディング情報を含む本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を参照することによってフォワーディングが可能となる。また、拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの拡張タグにさまざまなネットワーク情報やフレーム属性情報を含むこともでき、その拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの各種制御管理が可能となる。

## 【 0 1 2 2 】

(第 2 の実施の形態によるノード構成)

図 1 1 は、本発明の第 2 の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 を生成及び転送するノード 1 0 0 0 の構成図である。

## 【 0 1 2 3 】

図 1 1 のノード 1 0 0 0 は、拡張タグ生成回路 1 0 1 0 と、拡張タグ処理回路 1 0 2 0 ～ 1 0 2 2 と、拡張タグスイッチ 9 3 0 と、拡張タグ削除回路 1 0 4 0 から構成される。ノード 1 0 0 0 の入力ポートは 9 0 1 - i n ～ 9 0 3 - i n、出力ポートは 9 0 1 - o u t ～ 9 0 3 - o u t であり、各入力ポートへのフレームの入力条件は図 1 0 と同様として説明する。

## 【 0 1 2 4 】

入力ポート 9 0 3 - i n からのイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 は拡張タグ生成回路 1 0 1 0 に入力される。

## 【 0 1 2 5 】

拡張タグ生成回路 1 0 1 0 は、イーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 の送信先 MAC アドレス 2 2 0 1 と送信元 MAC アドレス 2 2 0 2 と VLAN タグ 2 2 0 3 とイーサネット(R)属性情報 2 2 0 4 とペイロード 2 2 0 5 に格納されたデータ情報と入力ポート情報との全てあるいは組み合わせの情報から、イーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 の転送先ノード情報を検索する。検索の結果得られた転送先ノード識別子あるいは転送先ノードに到達するためのラベルなどのフォワーディング情報を含む拡張タグ格納領域 2 3 0 1 をイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 の中のペイロード 2 2 0 5 より前の任意の位置に付加した拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 を生成する。その後、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 を拡張タグ処理回路 1 0 2 2 へと転送する。

## 【 0 1 2 6 】

拡張タグ生成回路 1 0 1 0 は、ペイロード 2 2 0 5 に格納したデータ情報が M P L S や F R (Frame Relay) などのラベル情報を有していれば、そのラベル情報をフォワーディング情報として使用することもでき、ペイロード 2 2 0 5 格納データが I P パケットであれば、I P アドレスをベースにフォワーディング情報を形成することもできる。

## 【 0 1 2 7 】

入力ポート 9 0 1 - i n、9 0 2 - i n から入力される拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 は、拡張タグ処理回路 1 0 2 0、1 0 2 1 にそれぞれ入力される。

## 【 0 1 2 8 】

拡張タグ処理回路 1 0 2 0 ~ 1 0 2 2 は、入力された拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 の拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に含まれるフォワーディング情報を抽出し、そのフォワーディング情報から所望の出力ポートを決定し、その結果と拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を拡張タグスイッチ 9 3 0 へ通知する。

## 【 0 1 2 9 】

拡張タグスイッチ 9 3 0 は、出力ポート情報に基づいて拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を出力ポート 9 0 1 - o u t か 9 0 2 - o u t あるいは拡張タグ削除回路 1 0 4 0 へ転送する。

## 【 0 1 3 0 】

拡張タグ削除回路 1 0 4 0 は、拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 から拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を取り除き、通常のイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 に変換し、出力ポート 9 0 3 - o u t から転送する。

## 【 0 1 3 1 】

拡張タグ格納領域 2 3 0 1 がフォワーディング情報以外のさまざまなネットワーク情報を含む場合、拡張タグ処理回路 1 0 2 0 ~ 1 0 2 2 は、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 のネットワーク情報から全てあるいはいくつかを抽出し、抽出したネットワーク情報の収集処理や情報書換／更新処理や削減処理や新たなネットワー

ク情報の付加処理を行ってもよい。

#### 【 0 1 3 2 】

例えば、フォワーディング情報がホップバイホップで決定されるラベル情報である場合には、その情報を書き換える。また、複数のノード 1 0 0 0 を接続した構築されるネットワークにおいて特定のノード 1 0 0 0 間で O A M & P 情報を転送する際には、その特定のノード 1 0 0 0 間で O A M & P 情報の付加と削減を行う。

#### 【 0 1 3 3 】

以上の例では、入力ポート 9 0 3 - i n から入力されるイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 が VLAN タグ 2 2 0 3 を含む場合について説明したが、入力されるイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 が VLAN タグ 2 2 0 3 を含まない場合においても、拡張タグ生成回路 1 0 1 0 は、上記の説明どおりに拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を構成して拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 3 0 0 を構成することができる。

#### 【 0 1 3 4 】

入力ポート 9 0 3 - i n からの入力データが M P L S、F R などのフレームや I P などのパケットである場合にも、拡張タグ生成回路 1 0 1 0 はそれらのフレーム／パケット情報から拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を構成することができる。

#### 【 0 1 3 5 】

拡張タグ生成回路 1 0 1 0 は、ペイロード 2 2 0 5 にそれらのフレームあるいはパケットを収容した拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を生成して拡張タグ処理回路 1 0 2 2 に転送する。このとき、送信先 M A C アドレス 2 2 0 1、送信元 M A C アドレス 2 2 0 2、VLAN タグ 2 2 0 3、イーサ属性情報 1 0 4 は任意に設定してもよいし、予め決められた値としてもよい。M P L S などのフレームや I P などのパケットでは、元々転送に M A C アドレスを用いないからである。

#### 【 0 1 3 6 】

また、入力ポート 9 0 3 - i n からの入力データが図 2 7 に示すような M P L S、F R、I P などのフレーム／パケット 5 0 1 である場合には、ノード 1 0 0

0は図27に示す拡張タグ付きフレーム500を生成し、転送することが可能である。入力ポート903-inからフレーム/パケット501を受信すると、拡張タグ生成回路1010は、フレーム/パケット501のラベルやIPアドレスが格納されているヘッダ情報またはペイロードデータからフォワーディング情報を生成し、フォワーディング情報を含む拡張タグ格納領域310を生成する。拡張タグ生成回路1010は、生成した拡張タグ格納領域310をフレーム/パケット501中の予め決められた位置に挿入する。このようにして生成された拡張タグ付きフレーム500は上述の拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400と同様に処理される。

#### 【0137】

このような図11のノード構成によってイーサネット(R)フレームあるいはMPLS、FRなどのフレームやIPパケットなどを拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400、拡張タグ付きフレーム500に変換できる。また、拡張タグ付きイーサネット(R)フレームのフォワーディング情報を含んだ拡張タグを参照することによってフォワーディングが可能となる。また、拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの拡張タグ部にさまざまなネットワーク情報やフレーム属性情報を含むこともでき、その拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの制御管理が容易となる。

#### 【0138】

(拡張タグ生成回路)

図12、図13を用いて入力したイーサネット(R)フレーム2200から拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300、2400に生成する第1及び第2の実施の形態によるノード900、1000の拡張タグ生成回路910、1010について説明する。

#### 【0139】

拡張タグ生成回路910、1010は、フレーム属性抽出器1110と、拡張タグ生成器1120と、フレーム変換器1130と、FCS計算器1140とから構成される。

#### 【0140】

ここでは、入力ポート 9 0 3 - i n からイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 が入力され、拡張タグ生成回路 1 0 1 0 により拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 が生成される場合について説明する。

## 【 0 1 4 1 】

入力ポート 9 0 3 - i n から入力されるイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 は、フレーム属性抽出器 1 1 1 0 に転送される。

## 【 0 1 4 2 】

フレーム属性抽出器 1 1 1 0 はイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 の入力ポート情報 (入力ポート 9 0 3 - i n) と送信先 MAC アドレス 2 2 0 1 と、送信元 MAC アドレス 2 2 0 2 と、VLAN タグ 2 2 0 3 と、イーサネット (R) 属性情報 2 2 0 4 の全てあるいはいくつかの組み合わせから得られるフレーム属性情報を拡張タグ生成器 1 1 2 0 に転送し、イーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 をフレーム変換器 1 1 3 0 へ転送する。フレーム属性情報の一例としては、送信先 MAC アドレス 2 2 0 1 そのものを使うことが考えられる。また、カスタマ分離を VLAN で行なう場合には、フレーム属性情報として送信先 MAC アドレス 2 2 0 1 と VLAN タグ 2 2 0 3 を使い、入力ポートで行なう場合には、フレーム属性情報として送信先 MAC アドレス 2 2 0 1 と入力ポートを使うことが考えられる。

## 【 0 1 4 3 】

フレーム属性情報を受信した拡張タグ生成器 1 1 2 0 は、転送されたフレーム属性情報からネットワーク情報を検索する。検索によりネットワーク情報を得ると、そのネットワーク情報を格納した拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を生成する。拡張タグ生成器 1 1 2 0 は、生成した拡張タグ格納領域 2 3 0 1 をフレーム変換器 1 1 3 0 へ転送する。

## 【 0 1 4 4 】

フレーム変換器 1 1 3 0 は、受信したイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 と拡張タグ格納領域 2 3 0 1 とから拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を生成し、FCS 計算器 1 1 4 0 へ転送する。

## 【 0 1 4 5 】

FCS 計算器 1 1 4 0 は、フレーム変換器 1 1 3 0 から受信した拡張タグ付き

イーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 の F C S 2 2 0 6 を計算して付加し、出力ポート 1 1 0 1 に出力する。

#### 【 0 1 4 6 】

図 1 3 は、拡張タグ生成器 1 1 2 0 の構成例を示している。

#### 【 0 1 4 7 】

拡張タグ生成器 1 1 2 0 は、フレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル（アドレス解決テーブル） 1 2 1 0 と、拡張タグ生成部 1 2 2 0 とから構成される。また、フレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル 1 2 1 0 は、フレーム属性情報 1 2 1 1 とネットワーク情報部 1 2 1 2 とから構成される。

#### 【 0 1 4 8 】

拡張タグ生成部 1 2 2 0 は、フレーム属性抽出器 1 1 1 0 から転送されるフレーム属性情報を基に、フレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル 1 2 1 0 から受信したフレーム属性情報 1 2 1 1 を検索し、そのフレーム属性情報 1 2 1 1 に対応するネットワーク情報部 1 2 1 2 からネットワーク情報を読み出す。その後、拡張タグ生成部 1 2 2 0 は、読み出したネットワーク情報を格納する拡張タグ 2 5 0 0 ～ 2 5 0 7 を生成する。生成する拡張タグ 2 5 0 0 ～ 2 5 0 7 の種別を拡張タグ識別領域 2 6 0 1 のタグ種別表示領域 2 7 0 4 に格納し、予め決められた T T L の初期値をフレーム制御情報格納領域 2 7 0 5 に格納する。また、読み出したネットワーク情報またはそれから得られる情報を拡張タグ情報領域 2 6 0 2 に格納する。生成した拡張タグ 2 5 0 0 ～ 2 5 0 7 を格納する拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を生成し、フレーム変換機 1 1 3 0 に転送する。

#### 【 0 1 4 9 】

図 1 3 のフレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブル 1 2 1 0 ではフレーム属性情報 1 2 1 1 である送信先 M A C アドレス # A、# B、# C、# D に対して、ネットワーク情報 1 2 1 2 - 1（フォワーディング情報である）はノード 9 0 0 - 4 と得られる。図中に明記していないが、これらのフレーム属性情報 1 2 1 1 に対して、ネットワーク情報としてカスタマ分離情報も得られる。カスタマ分離情報に関しては、フレーム属性情報が送信先 M A C アドレスだけでなく、送信先 M A C アドレスと V L A N 値の組み合わせの場合や送信先 M A C アドレスと

入力ポートの組み合わせの場合がある。また他のネットワーク属性情報としては、品質情報やフレーム制御情報、セキュリティ情報などがある。品質情報としてはタイムスタンプ値があり、これについてはテーブル中にその値が記されているわけではなく、タイマ（図示していない）を参照して現在の時刻を取得する。また、フレーム制御情報としてはTTLやCRCがある。TTLについてはテーブルにはその初期値が記されている。またCRCについてはその値が記されているわけではなく、演算部（図示していない）によって拡張タグ格納領域2301のCRC演算を行ない、結果を得る。また、セキュリティ情報についてはフレーム属性情報に対するセキュリティ識別子がテーブルに記されている。

## 【0150】

図13では、ネットワーク情報部1212は、ネットワーク情報部1212-1～1212-Nまで最大N個の情報格納領域が用意されているが、必ずしもN個エントリする必要性はない。また、フレーム属性情報ごとに付加されるネットワーク情報数が異なってもよい。また、ネットワーク情報部1212には、同一種のネットワーク情報が複数格納されてもよい。

## 【0151】

フレーム属性情報からネットワーク情報を高速に得るために、拡張タグ生成部1220は受信したフレーム属性情報から情報圧縮した検索コードを生成し、受信した生のフレーム属性情報の代わりに検索コードマッチングによって情報アクセスを行ってもよい。検索コードによるネットワーク情報アクセスを行う場合には、フレーム属性情報121,1を検索コード領域としていいし、検索コード領域を別途にフレーム属性／ネットワーク情報対応テーブル1210に追加してもよい。

## 【0152】

予め定められた入力ポートから入力されるイーサネット(R)フレーム2200に対して固定的なネットワーク情報を付与する場合には、フレーム属性抽出器1110は不要である。例えば、ポートとVLANが1対1に固定的に対応するネットワークであれば、ポート番号のみからネットワーク情報を獲得することができるので、フレーム属性抽出器1110は不要となる。



## 【0153】

また、フレーム属性抽出器1110は、イーサネット(R)フレーム2200のペイロード2205のデータ情報を解釈し、その情報からフレーム属性情報を構成してもよい。例えば、Multi-protocol Label Switch (MPLS) や Frame Relay (FR) がペイロード2205に収容されているときには、それぞれのラベル情報をフレーム属性情報に含めることもできる。また、IPパケットであれば、IPアドレス情報をフレーム属性情報として用いることもできる。

## 【0154】

フレーム属性抽出器1110は、入力されたデータ列がイーサネット(R)フレーム2200以外のMPLSフレームあるいはFRフレームあるいはIPパケットであってもそのデータ列を解釈できれば、それらのフレーム属性情報を構成し拡張タグ生成器1120に通知することができる。例えば、MPLS、FRであれば、それらのラベル情報を基にフレーム属性情報を構成し、IPパケットであればIPアドレス情報を基にフレーム属性情報を構成する。この場合、フレーム属性抽出器1110は、イーサネット(R)フレーム2200を生成してペイロード2205にこれらのデータ列を挿入して、拡張タグ処理回路1122に転送する。送信先MACアドレス2201、送信元MACアドレス2202、VLANタグ2203、イーサネット(R)属性情報2204、FCS2206は、予め決められた値あるいは適当な数値を格納してもよい。

## 【0155】

以上の説明では、イーサネット(R)フレーム2200が入力され、拡張タグ生成回路1010により拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400が生成される場合について述べたが、入力データがイーサネット(R)フレーム2200で拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300を生成する例、入力データがフレーム/パケット501で拡張タグ付きフレーム500を生成する例においても同様に実現可能である。

## 【0156】

拡張タグ生成回路がこのように構成されることによって入力イーサネット(R)

フレーム 2 2 0 0 あるいは M P L S フレーム、 F R フレームや I P パケットなどのフレーム／パケット 5 0 1 を拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、 2 4 0 0、拡張タグ付きフレーム 5 0 0 に変換することができる。

## 【 0 1 5 7 】

(拡張タグ削除回路)

図 1 4 を用いて拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、 2 4 0 0 から拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を削除する第 1 及び第 2 の実施の形態によるノード 9 0 0、 1 0 0 0 の拡張タグ削除回路 9 4 0、 1 0 4 0 について説明する。

## 【 0 1 5 8 】

拡張タグ削除回路 9 4 0、 1 0 4 0 は、拡張タグ分離器 1 3 1 0 と、フレーム変換器 1 3 2 0 と、 F C S 計算器 1 3 3 0 とから構成される。

## 【 0 1 5 9 】

始めに、図 1 4 において拡張タグスイッチ 9 3 0 から拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 が入力された場合について説明する。

## 【 0 1 6 0 】

拡張タグスイッチ 9 3 0 からの拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 は、拡張タグ分離器 1 3 1 0 に入力される。

## 【 0 1 6 1 】

拡張タグ分離器 1 3 1 0 は、入力された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 から拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を削除し、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を含まない残りの拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 をフレーム変換器 1 3 2 0 に転送する。

## 【 0 1 6 2 】

フレーム変換器 1 3 2 0 は、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を含まない入力拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 を再構築して、送信先 M A C アドレス 2 2 0 1 と送信元 M A C アドレス 2 2 0 2 と V L A N タグ 2 2 0 3 があれば V L A N タグ 2 2 0 3 とイーサネット(R)属性情報 2 2 0 4 とペイロード 2 2 0 5 と F C S 2 2 0 6 とから構成されるイーサネット(R)フレーム 2 2 0 0 に変換し、 F C S 計算機 1 3 3 0 に転送する。

【 0 1 6 3 】

フレーム変換器 1 3 2 0 からのイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 を受信した F C S 計算器 1 3 3 0 は、イーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 の F C S を再計算し、その結果を F C S 2 2 0 6 領域に書き込む。

【 0 1 6 4 】

続いて、拡張タグスイッチ 9 3 0 から拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 3 0 0 が入力された場合について説明する。この場合には、フレーム変換器 1 3 2 0 は不要である。

【 0 1 6 5 】

拡張タグスイッチ 9 3 0 からの拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 3 0 0 は、拡張タグ分離器 1 3 1 0 に入力される。

【 0 1 6 6 】

拡張タグ分離器 1 3 1 0 は入力された拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 3 0 0 から拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を読み込み、拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 3 0 0 に対応する V L A N - t a g を検索し、検索の結果得られた V L A N - t a g 値を含む VLAN タグ 2 2 0 3 を拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に格納する。これにより拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 3 0 0 はイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 に変換される。拡張タグ分離器 1 3 1 0 は変換したイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 を F C S 計算器 1 3 3 0 に転送する。

【 0 1 6 7 】

F C S 計算器 1 3 3 0 は、拡張タグ分離器 1 3 1 0 からのイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 の F C S を再計算し、その結果を F C S 2 2 0 6 領域に書き込む。

【 0 1 6 8 】

このような拡張タグ削除回路の構成により、拡張タグ付きイーサネット (R) フレームからイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 へのフレーム変換が可能となる。

【 0 1 6 9 】

(拡張タグ処理回路)

図 1 5 を用いて第 1 及び第 2 の実施の形態によるノード 9 0 0、1 0 0 0 の拡

張タグ処理回路の構成を説明する。

【 0 1 7 0 】

拡張タグ処理回路 9 2 0 ~ 9 2 2 は、拡張タグ分離器 1 4 1 0 と、拡張タグ処理器 1 4 2 0 と、拡張タグフレーム構成器 1 4 3 0 と、F C S 計算器 1 4 4 0 と、拡張タグ制御器 1 4 5 0 とから構成される。

【 0 1 7 1 】

拡張タグ分離器 1 4 1 0 は、入力ポート 9 0 1 - i n、9 0 2 - i n または拡張タグ生成回路 9 1 0 から入力された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 の拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を分離し、分離した拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を拡張タグ処理器 1 4 2 0 へ転送すると共に、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を除く拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 を拡張タグフレーム構成器 1 4 3 0 に転送する。

【 0 1 7 2 】

拡張タグ処理器 1 4 2 0 は、受信した拡張タグ格納領域 2 3 0 1 からネットワーク情報を抽出し、そのネットワーク情報に対応する処理情報（例えば、ネットワーク情報の削除、付加、書き換え、不処理）を得て、その処理情報に従った処理を行ない、ネットワーク情報を更新する。例えばネットワーク情報がセキュリティ情報であり、ノード間のセキュリティを確保する場合、その情報は次ホップのノードに対応したセキュリティ識別子に書き換える。また、ネットワーク情報がフレーム制御情報であり、それが T T L の場合、格納される T T L 値を減算して書き換える。その結果 T T L = 0 となる場合にはそのフレームを廃棄する。その後、更新されたネットワーク情報を用いて、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を再構築し、拡張タグフレーム構成器 1 4 3 0 へと転送する。

【 0 1 7 3 】

また、受信したネットワーク情報に基づき、各種制御を行なう場合がある。この制御は拡張タグ制御器 1 4 5 0 で行なわれる。例えば、受信したネットワーク情報がカスタマ分離情報である場合、そのカスタマが予め決められた高優先クラスのカスタマならば、そのフレームを優先的に制御することもできる。また、受信したネットワーク情報が品質情報であり、タイムスタンプ値が格納されている

場合、現在の時刻とタイムスタンプ値よりそのフレームの網内遅延を算出し、保証値を満たすための優先処理を行なうこともできる。また、受信したネットワーク情報がフレーム制御情報であり、CRCが格納されている場合、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 の CRC 演算を行ない、格納された CRC 値との比較により誤り検出が可能である。

## 【 0 1 7 4 】

拡張タグフレーム構成器 1 4 3 0 は、拡張タグ処理器 1 4 2 0 からの再構築された拡張タグ格納領域 2 3 0 1 と、拡張タグ分離器 1 4 1 0 からの拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を除く拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 とから、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 を再構築する。その後、FCS 計算器 1 4 4 0 へ転送する。

## 【 0 1 7 5 】

FCS 計算器 1 4 4 0 は、再構築された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 の FCS を計算し、計算結果をそれぞれの FCS 2 2 0 6 領域に格納し、拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 に転送する。

## 【 0 1 7 6 】

図 1 6 は、拡張タグ処理器 1 4 2 0 の構成例である。

## 【 0 1 7 7 】

拡張タグ処理器 1 4 2 0 は、拡張タグ情報テーブル 1 5 1 0 と拡張タグ再構成器 1 5 2 0 とから構成される。

## 【 0 1 7 8 】

拡張タグ情報テーブル 1 5 1 0 には、入力ネットワーク情報 1 5 1 1 に対する収集情報 1 5 1 2 とネットワーク処理情報 1 5 1 3 が格納されている。ネットワーク処理情報 1 5 1 3 には、削除すべきネットワーク情報 1 5 1 3 - 1、書き換えるべきネットワーク情報 1 5 1 3 - 2、付加すべきネットワーク情報 1 5 1 3 - 3 が記述されている。

## 【 0 1 7 9 】

拡張タグ再構成器 1 5 2 0 は、拡張タグ分離器 1 4 1 0 から拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を受信すると、その先頭に位置するフォーワーディングタグ 2 5 0 0 の拡

張タグ識別領域 2 6 0 1 内のフレーム制御情報格納領域 2 7 0 5 に格納される TTL 値を減算する。その結果、TTL = 0 となった場合には、そのフレームを廃棄する。また、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 の中からネットワーク情報を取り出し、その情報を基に拡張タグ情報テーブル 1 5 1 0 から各々のネットワーク処理情報 1 5 1 3 を得る。拡張タグ再構成器 1 5 2 0 は、テーブルから取得した処理を行って、その結果として得られるネットワーク情報を生成した拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に格納し、拡張タグフレーム構成器 1 4 3 0 に転送する。

## 【 0 1 8 0 】

拡張タグ再構成器 1 5 2 0 が拡張タグ情報テーブル 1 5 1 0 にアクセスするための入力ネットワーク情報は、フォワーディング情報から構築されることが望ましい。

## 【 0 1 8 1 】

このような拡張タグ処理回路の構成により、入力拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの拡張タグを変更することができる。

## 【 0 1 8 2 】

(拡張タグフレームスイッチ)

図 1 7 を用いて第 1 及び第 2 の実施の形態によるノード 9 0 0、1 0 0 0 の拡張タグフレームスイッチの構成を説明する。

## 【 0 1 8 3 】

拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 は、拡張タグフォワーディング器 1 6 1 0、1 6 1 1、1 6 1 2 と、パケットスイッチ 1 6 2 0 とから構成される。

## 【 0 1 8 4 】

拡張タグフォワーディング器 1 6 1 0 ~ 1 6 1 2 は、拡張タグ処理回路 9 2 0 ~ 9 2 2 からの拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 の拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に含まれるフォワーディング情報からパケットスイッチ 1 6 2 0 の出力ポート情報を検索し、受信した拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 及び出力ポート情報をパケットスイッチ 1 6 2 0 に転送する。

## 【 0 1 8 5 】

パケットスイッチ 1 6 2 0 は、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 を出力ポート情報に応じて出力ポート 9 0 1 - o u t、9 0 2 - o u t または拡張タグ削除回路 9 4 0 に転送する。

## 【 0 1 8 6 】

図 1 8 は、拡張タグフォワーディング器 1 6 1 0 ~ 1 6 1 2 の構成例を示している。

## 【 0 1 8 7 】

拡張タグフォワーディング器 1 6 1 0 ~ 1 6 1 2 は、拡張タグ抽出器 1 7 1 0 と、拡張タグ経路探索器 1 7 2 0 とから構成される。

## 【 0 1 8 8 】

拡張タグ抽出器 1 7 1 0 は、拡張タグ処理回路 9 2 0 ~ 9 2 2、1 0 2 0 ~ 1 0 2 2 からの拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 の拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を抽出して、拡張タグ経路探索器 1 7 2 0 へ転送する。拡張タグ経路探索器 1 7 2 0 は、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 からフォワーディング情報を取り出し、そのフォワーディング情報に対する出力ポートを決定し、出力ポート情報を拡張タグ抽出器 1 7 1 0 に通知する。拡張タグ経路探索器 1 7 2 0 から出力ポート情報を受信した拡張タグ抽出器 1 7 1 0 は、出力ポート情報と共に拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 をパケットスイッチ 1 6 2 0 に転送する。

## 【 0 1 8 9 】

図 1 9 は、拡張タグ経路探索器 1 7 2 0 の構成例を示している。

## 【 0 1 9 0 】

拡張タグ経路探索器 1 7 2 0 は、フォワーディングテーブル（拡張タグ対応 F D B）1 8 1 0 とフォワーディング経路探索部 1 8 2 0 とから構成される。

## 【 0 1 9 1 】

フォワーディングテーブル 1 8 1 0 は、入力フォワーディング情報 1 8 1 1 に対する出力ポート情報 1 8 1 2 を格納している。

## 【 0 1 9 2 】

フォワーディング経路探索部 1 8 2 0 は、拡張タグ抽出器 1 7 1 0 から入力さ

れる拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に含まれるフォワーディング情報に対する出力ポート情報をフォワーディングテーブル 1 8 1 0 から入手して、出力ポート情報を拡張タグ抽出器 1 7 1 0 に通知する。

【0 1 9 3】

なお、ここではフォワーディング情報を用いて経路検索を行う場合のみを説明したが、特にこれに限る必要はなく、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に格納されたネットワーク情報のいずれかを用いて経路検索をしてもかまわない。

【0 1 9 4】

このようにして、本発明による拡張タグフレームスイッチは、入力された拡張タグ付きイーサネット(R)フレームを所望の出力ポートに転送することができる。

【0 1 9 5】

図 2 0 は、拡張タグフォワーディング器 1 6 1 0 ~ 1 6 1 2 の他の構成例を示している。

【0 1 9 6】

拡張タグフォワーディング器 1 6 1 0 ~ 1 6 1 2 は、拡張タグ抽出器 2 0 1 0 と、拡張タグフォワーディング処理器 2 0 2 0 と、拡張タグフレーム構成器 2 0 3 0 と、FCS 計算器 2 0 4 0 とから構成される。

【0 1 9 7】

拡張タグ抽出器 2 0 1 0 は、入力された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 から拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を抽出し、それらを拡張タグフォワーディング処理器 2 0 2 0 へ転送し、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を除く拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0、2 4 0 0 を拡張タグフレーム構成器 2 0 3 0 に転送する。

【0 1 9 8】

拡張タグフォワーディング処理器 2 0 2 0 は、受信した拡張タグ格納領域 2 3 0 1 からフォワーディング情報を含むネットワーク情報を抽出し、出力ポート情報及び個々のネットワーク情報に応じた処理情報（例えばネットワーク情報の削除、付加、書き換え、不処理）を得て、その処理情報に従ってネットワーク情報



を更新する。その後、更新されたネットワーク情報を用いて、拡張タグ格納領域 2301 を再構築し、拡張タグフレーム構成器 2030 へと転送する。

#### 【0199】

拡張タグフレーム構成器 2030 は、拡張タグフォワーディング処理器 2020 からの拡張タグ格納領域 2301 と、拡張タグ抽出器 2010 からの拡張タグ格納領域 2301 を除く拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2300、2400 とから、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2300、2400 を再構築し、再構築後の拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2300、2400 を FCS 計算器 2040 へ転送する。

#### 【0200】

FCS 計算器 2040 は、再構築された拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2300、2400 の FCS を計算し、各々の FCS 2206 領域にその計算結果を格納する。

#### 【0201】

図 21 は、拡張タグフォワーディング処理器 2020 の構成である。

#### 【0202】

拡張タグフォワーディング処理器 2020 は、フォワード/ネットワーク情報テーブル 2110 と、フォワーディング処理部 2120 とから構成される。

#### 【0203】

フォワード/ネットワーク情報テーブル 2110 は、入力フォワーディング情報 2111 に対する出力ポート情報 2112 と収集情報 2113 とネットワーク処理情報 2114 を格納している。ネットワーク処理情報 2114 には、削除すべきネットワーク情報 2114-1、書き換えるべきネットワーク情報 2114-2、付加すべきネットワーク情報 2114-3 が格納されている。

#### 【0204】

フォワーディング処理部 2120 は、拡張タグ抽出器 2010 から拡張タグ格納領域 2301 を受信すると、フォワード/ネットワーク情報テーブル 2110 を参照して、拡張タグ格納領域 2301 に含まれるフォワーディング情報に対する出力ポート情報及び処理すべきネットワーク情報とその処理内容を入力する。

フォワーディング処理部 2 1 2 0 は、個々のネットワーク情報を処理した後、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を再構築し、出力ポート情報と共に、拡張タグフレーム構成器 2 0 3 0 に転送する。

【 0 2 0 5 】

なお、ここではフォワーディング情報を用いて出力ポート情報あるいはネットワーク処理情報を得る場合についてのみ説明したが、他のネットワーク情報の一部あるいは全部を用いてそれらの情報を得てもよい。

【 0 2 0 6 】

このようにして、本発明による第 8 の拡張タグフレームスイッチは、入力された拡張タグ付きイーサネット (R) フレームを所望の出力ポートに転送することができる。

【 0 2 0 7 】

(フォワーディング方法)

以下、本発明における拡張タグ付きイーサネット (R) フレームを用いたフォワーディング方法について説明する。従来の技術で説明したように、イーサネット (R) に基づくネットワークでは各ノードは図 3 2 に示すように MAC アドレス学習を行なって FDB を作成し、作成した FDB を基にフォワーディング処理を行なう。この FDB は 4 8 ビットの MAC アドレス (ハードウェアインタフェース固有のアドレス) に対する出力ポートが記録されている。

【 0 2 0 8 】

図 2 2 は、従来のネットワーク 3 0 0 0 におけるフォワーディング方法を示している。従来のネットワーク 3 0 0 0 はノード 2 0 0 - 1 ~ 2 0 0 - 9 で構成されており、ノード 2 0 0 - 1 にはホスト X が接続され、ノード 2 0 0 - 3 にはホスト A、B、C、D が接続されている。また、各ノードからのリンク上に書かれている数字はそのノードのポート番号を示している。

【 0 2 0 9 】

ここでは、ホスト X からホスト A ~ D に対してフレームが転送されており、その経路はホスト X → ノード 2 0 0 - 1 → ノード 2 0 0 - 2 → ノード 2 0 0 - 3 → ノード 2 0 0 - 4 → ホスト A、B、C、D となっているとする。図 2 2 ではこの

転送経路上の情報のみを記載している。この転送経路は例えば図示せぬサーバにより設定されているものとする。

#### 【 0 2 1 0 】

各ノード 2 0 0 - 1 ~ 2 0 0 - 4 はその経路上でフレームを転送するためのテーブルとしてそれぞれ FDB 3 0 0 1、3 0 0 2、3 0 0 3、3 0 0 4 を有している。この FDB 3 0 0 1 ~ FDB 3 0 0 4 は、それぞれ図 3 2 で示す FDB 2 2 0 に相当する。

#### 【 0 2 1 1 】

FDB 3 0 0 1 ~ FDB 3 0 0 4 にはエッジノード 2 0 0 - 1、2 0 0 - 4 に接続するホスト A、B、C、D、X に対する出力ポート番号が記録されている。入口側のエッジノードであるノード 2 0 0 - 1、中継ノードであるノード 2 0 0 - 2、2 0 0 - 3、出口側のエッジノードであるノード 2 0 0 - 4 はフレームを受信すると、FDB を参照し受信したフレームの宛先 MAC アドレスに対する出力ポート番号を取得し、そのポートにフレームを出力する。

#### 【 0 2 1 2 】

従来方式では、エッジノードに接続される各ホスト間でフレーム転送するためには、エッジノード、中継ノードに関わらず、網内の全ノード 2 0 0 - 1 ~ 2 0 0 - 9 は網内のエッジノードに接続する全ホストの MAC アドレスエントリを持つ。網内のエッジノード数を  $N_e$ 、エッジノードに接続するホスト数を  $h$  として（簡単のため全エッジノードには同数のホストが接続するものと仮定する）、各ノード 2 0 0 - 1 ~ 2 0 0 - 9 の FDB のエントリ数  $E$  は、

$$E = N_e \times h$$

となる。この値はエッジノード、中継ノードに関わらず同数である。FDB の各エントリは MAC アドレスであり、そのサイズは 4 8 ビットとなるため、FDB のメモリ量  $M$  は、

$$M = 48 \times N_e \times h \text{ (bit)}$$

となり、網規模（エッジノード数及び接続ホスト数）に応じて格段に増加する。このように従来方式では各ノードが保持する FDB のエントリ数、すなわちメモリ量に関して、網規模に対するスケーラビリティを持たないという課題がある。

## 【 0 2 1 3 】

これに対して本発明のフォワーディング方法を図 2 3 に示している。図 2 3 の本発明のネットワーク 3 1 0 0 では、従来ネットワーク 3 0 0 0 におけるノード 2 0 0 - 1 ~ 2 0 0 - 9 が本発明のノード 9 0 0 - 1 ~ 9 0 0 - 9 に置き換わっている。本発明のノード 9 0 0 - 1 ~ 9 0 0 - 9 は、宛先ホストの MAC アドレスに基づいてフレーム転送するのではなく、宛先ホストが接続されているノード（出口側のエッジノード）のノード識別子に基づいてフレーム転送する。

## 【 0 2 1 4 】

各ノード 9 0 0 - 1 ~ 9 0 0 - 4 は、このようなフレーム転送を行なうためのテーブルとして、入口側のエッジノードであるノード 9 0 0 - 1 はアドレス解決テーブル 3 1 0 1 と拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 を、中継ノードであるノード 9 0 0 - 2、9 0 0 - 3 はそれぞれ拡張タグ対応 FDB 3 1 0 3、3 1 0 4 を、出口側のエッジノードであるノード 9 0 0 - 4 は拡張タグ対応 FDB 3 1 0 5 と FDB 3 1 0 6 を有している。

## 【 0 2 1 5 】

入口側のエッジノードであるノード 9 0 0 - 1 は、入力フレームの宛先ホストの MAC アドレスから宛先ホストが接続している出口側のエッジノードのノード識別子をアドレス解決し、宛先である出口側のエッジノードのノード識別子をフォワーディングタグ 2 5 0 0 に記述するとともに、宛先ノード識別子に対する出力ポートを得て、その出力ポートに拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を出力する。

## 【 0 2 1 6 】

このような転送処理を行うために、ノード 9 0 0 - 1 はアドレス解決テーブル 3 1 0 1 と拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 を有している。アドレス解決テーブル 3 1 0 1 には各々の宛先ホストの MAC アドレスに対応する宛先ノードのノード識別子が記述され、拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 には宛先ノードのノード識別子に対する出力すべき出力ポートが記述されている。なお、アドレス解決テーブル 3 1 0 1 は図 1 3 のフレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブル 1 2 1 0 に相当し（アドレス解決テーブル 3 1 0 1 の MAC アドレスがフレーム属性情報 1

2 1 1 に対応し、アドレス解決テーブル 3 1 0 1 のノード識別子がネットワーク情報 1 2 1 2 - 1 に対応する。)、拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 は図 1 9 のフォワーディングテーブル 1 8 1 0 に相当（拡張タグ対応 FDB のノード識別子が入力フォワーディング情報に対応）する。

## 【 0 2 1 7 】

図 3 3 ~ 3 5 はそれぞれ入口側のエッジノード 9 0 0 - 1、中継ノード 9 0 0 - 2、9 0 0 - 3、出口側のエッジノード 9 0 0 - 4 のフォワーディング処理に関するフローチャートである。

## 【 0 2 1 8 】

各ノード 9 0 0 - 1 ~ 4 では初期状態として、ステップ A - 1、B - 1、C - 1 において、宛先 MAC アドレスに対応する宛先ノード識別子のアドレス解決と宛先ノード識別子と出力ポートの対応付け処理は、例えばサーバ 3 2 0 0 を用いて行われる。サーバ 3 2 0 0 には初期設定時に各エッジノードに接続されるホストの MAC アドレス情報が登録される。サーバ 3 2 0 0 はこれにより宛先 MAC アドレスと宛先ノード識別子を対応付ける。また、ネットワーク内の全ノードの接続状況に基づき最適な経路決定を行い、その結果として、各ノードにおける宛先ノード識別子と出力ポートも決定される。

## 【 0 2 1 9 】

続いて入口側のエッジノード 9 0 0 - 1 の処理について説明する。ノード 9 0 0 - 1 は MAC アドレス A、B、C、D 宛てのフレームを受信すると、アドレス解決テーブル 3 1 0 1 を参照し、MAC アドレス A、B、C、D に対応する宛先ノードのノード識別子が 9 0 0 - 4 であることを知り（ステップ A - 2）、フォワーディングタグ 2 5 0 0 に 9 0 0 - 4 を記述する（ステップ A - 3）。その後、拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 を参照してノード 9 0 0 - 4 に対する出力ポートはポート # 3 との情報を得て（ステップ A - 4）、ポート # 3 に拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を出力する（ステップ A - 5）。出力されたフレームはノード 9 0 0 - 2 に到着する。

## 【 0 2 2 0 】

図 2 4 は、入口側のエッジノード 9 0 0 - 1、出口側のエッジノード 9 0 0 -

4の構成を示している。エッジノードはイーサネット(R)フレームから拡張タグ付きイーサネット(R)フレームへの変換(または逆変換)を行うため、従来のノード200の構成に加え本発明特有のノード900の構成を併せ持っている。図24では、点線より下部が従来ノード200の構成で、上部が本発明特有の構成である。

#### 【0221】

ノード200側の入力ポート201-in~203-inと出力ポート201-out~203-outはエッジノード900-1、900-4のホスト側のポートを示しており、ノード900側の入力ポート901-in、902-inと出力ポート901-out、902-outはエッジノード900-1、900-4のノード側のポートを示している。図中で拡張タグ対応FDB1810と拡張タグフレームスイッチ930は別構成としているが、図10とその詳細の説明に従うと、拡張タグ対応FDB1810は拡張タグフレームスイッチ930の構成要素であり、内部に位置する。また、図24では図10における回路の中でフォワーディング処理に関係しない拡張タグ処理回路は簡単化のため省略している。

#### 【0222】

ホストXからの入力フレームを入力ポート201-in~203-inのいずれかのポートで受信すると、MACスイッチ230はFDB220を参照して出力ポートを決定する。FDB220には他スイッチ、ホストへの出力ポート201-out~203-outの他に、拡張タグ付きイーサネット(R)フレームに変換するフレームに関しては特別な出力ポート#0のエントリを有している。このエントリはサーバ3200によって予め指定された宛先MACアドレスに対して設定されている。

#### 【0223】

サーバ3200は入力ポート毎(入力ポートに1ホストが接続する場合はホスト毎、入力ポートに複数ホストが接続する場合はホスト群毎)の通信可能なホスト情報を保持しており、それらのホスト宛てのフレームを拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム変換対象に指定して、その宛先MACアドレスに対するエント

リを出力ポート # 0 とする。出力ポート # 0 に出力されるフレームは拡張タグ生成回路 9 1 0 に入力される。拡張タグ生成回路 9 1 0 の拡張タグ生成部 1 2 2 0 はアドレス解決テーブル 1 2 1 0 を参照して、宛先ノードを決定し、宛先ノード識別子を格納したフォワーディングタグ 2 5 0 0 をフレームに挿入して拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 に変換して、拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 に転送する。

#### 【 0 2 2 4 】

このアドレス解決テーブル 1 2 1 0 は図 2 3 におけるアドレス解決テーブル 3 1 0 1 に対応する。アドレス解決テーブル 1 2 1 0 の各エントリは例えばサーバ 3 2 0 0 により設定される。拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 は拡張タグ対応 FDB 1 8 1 0 を参照して、宛先ノード識別子に対応する出力ポート情報を取得して、該当するポート（出力ポート 9 0 1 - o u t か 9 0 2 - o u t ）にフレーム転送する。この拡張タグ対応 FDB 1 8 1 0 は図 2 3 における拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 に対応する。

#### 【 0 2 2 5 】

続いて、図 2 3 において入口側のエッジノード 9 0 0 - 1 から拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を受信したネットワーク内の中継ノード 9 0 0 - 2、9 0 0 - 3 は、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 のフォワーディングタグ 2 5 0 0 を基に出力ポートを決定し、該当ポートに転送する。この処理を行なうために、ノード 9 0 0 - 2、9 0 0 - 3 は拡張タグ対応 FDB 3 1 0 3、3 1 0 4 を有している。拡張タグ対応 FDB 3 1 0 3、3 1 0 4 には各々の宛先ノード識別子とそれに対応する出力ポートが記述されている。

#### 【 0 2 2 6 】

ノード 9 0 0 - 2 は拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を受信すると、拡張タグ対応 FDB 3 1 0 3 を参照し、宛先ノード識別子 9 0 0 - 4 に対する出力ポートがポート # 3 であることを知り（ステップ B - 2）、ポート # 3 に拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 3 0 0 を転送する（ステップ B - 3）。そのフレームを受信したノード 9 0 0 - 3 は拡張タグ対応 FDB 3 1 0 4 を参照し、宛先ノード識別子 9 0 0 - 4 に対する出力ポートがポート # 4 であるこ

とを知り（ステップB-2）、ポート#4に拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300を転送する（ステップB-3）。転送されたフレームはノード900-4に到着する。

#### 【0227】

中継ノード900-2、900-3は拡張タグ付きイーサネット(R)フレームとイーサネット(R)フレームとの変換処理は行わないため、図24において点線より上部のみで構成されており、入口側のエッジノード900-1からのフレームを入力ポート901-inまたは902-inで受信すると、拡張タグフレームスイッチ930は拡張タグ対応FDB1810を参照して、出力ポートを決定して該当する出力ポート901-outまたは902-outにフレームを出力する。ここでの拡張タグ対応FDB1810は図23における拡張タグ対応FDB3103、3104に対応する。図23において、ノード900-2は他のノードとの接続のために4ポート使用しており、ノード900-3は他のノードとの接続のために5ポート使用しているが、説明の簡単化のために、図24ではノード間接続に使用されるポートを2つとしている。

#### 【0228】

続いて、図23において中継ノード900-3から拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2300を受信した出口側のエッジノード900-4は、自ノードが宛先であることを知ると拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400からフォーディングタグ2500を削除し、通常のイーサネット(R)フレームとした上で、宛先ホストのMACアドレスに従い出力ポートを決定する。この処理を行なうために、ノード900-4は拡張タグ対応FDB3105と拡張タグ対応FDB3106を有している。拡張タグ対応FDB3105には宛先ノード識別子とそれに対応する出力ポートが記述されており、FDB3106には接続する各々のホストのMACアドレスとそれに対応する出力ポートが記述されている。

#### 【0229】

出口側のエッジノード900-4は、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400を受信すると、ステップC-2において拡張タグ対応FDB3105を参照し、宛先ノード識別子900-4に対する出力ポートエントリが自ノードで



あることを示す識別子である ENDであることを取得する。その後、ステップ C-3 においてノード内の拡張タグ削除回路に接続する出力ポートに出力し、このフォワーディングタグ 2500 を削除して（ステップ C-4）、通常の VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2200 に変換する。

#### 【0230】

VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2200 に変換したノード 900-4 は、ステップ C-5 において FDB 3106 を参照して、VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2200 の送信先 MAC アドレスが MAC\_#A であれば出力ポート #6 に、送信先 MAC アドレスが MAC\_#B であれば出力ポート #5 に、送信先 MAC アドレスが MAC\_#C であれば出力ポート #4 に、送信先 MAC アドレスが MAC\_#D であれば出力ポート #3 に出力する（ステップ C-6）。これによって、各ホストに VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2200 が転送される。

#### 【0231】

図 24 は、出口側のエッジノード 900-4 の構成も示している。中継ノード 900-3 からのフレームを入力ポート 901-in または 902-in で受信すると、拡張タグフレームスイッチ 930 は、拡張タグ対応 FDB 1810 を参照して、自ノードが宛先ノードであることを認識し、拡張タグ削除回路 940 に転送する。ここでの拡張タグ対応 FDB 1810 は、図 23 における拡張タグ対応 FDB 3105 に対応する。

#### 【0232】

拡張タグ削除回路 940 は、フォワーディングタグ 2500 を削除して拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2400 を通常の VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2200 に変換して、MAC スイッチ 230 に転送する。MAC スイッチ 230 は、FDB 220 を参照して、VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2200 の宛先 MAC アドレスに対応する出力ポートの情報を取得して、該当する出力ポート 201-out ~ 203-out の何れかに当該 VLAN タグ付きイーサネット(R)フレーム 2200 を出力する。ここでの FDB 220 は、図 23 における FDB 3106 に対応する。

## 【 0 2 3 3 】

以上説明したように、本発明のフォワーディング方法では、入口側のエッジノードが宛先ホストのMACアドレスを宛先ホストが接続する出口側のエッジノードの識別子にマッピングすることにより、中継ノードでは宛先ノード識別子に基づきフォワーディング処理を行う。

## 【 0 2 3 4 】

本発明のフォワーディング方法を用いた場合の各ノードのテーブルメモリ量は以下の通りとなる。

## 【 0 2 3 5 】

網内のエッジノードの数を $N_e$ 、中継ノード数を $N_t$ 、エッジノードに接続するホスト数を $h$ とすると（簡単のために全エッジノードには同数のホストが接続するものとする）、各中継ノードの拡張タグ対応FDBのエントリ数 $E_c$ は、

$$E_c = N_e$$

となる。

## 【 0 2 3 6 】

拡張タグ対応FDBのエントリはノード識別子であり、そのサイズはノード識別子が格納されるフォワーディングタグ2500の拡張タグ情報領域2602のアドレス領域2902のサイズと同一の12ビットである。従って、中継ノードの拡張タグ対応FDBのメモリ量 $M_c$ は、

$$M_c = 12 \times N_e \text{ (bit)}$$

である。

## 【 0 2 3 7 】

また、各エッジノードに関しては、拡張タグ対応FDBのエントリ数 $E_{ee}$ が

$$E_{ee} = N_e$$

であり、アドレス解決テーブル、通常のFDBのエントリ数 $E_{ea}$ が合わせて、

$$E_{ea} = N_e \times h$$

であり、

トータルのメモリ量 $M_e$ は、

$$M_e = 12 \times N_e + 48 \times N_e \times h \text{ (bit)}$$

となる。

【 0 2 3 8 】

この例は、各エッジノードが全てのエッジノードと通信する例であるが、通常の利用形態として考えられるVPNサービスでは通信するエッジノードが限定される。そのような場合は、通信先エッジノード数を $N_{ce}$ とすると、上記数式の $N_e$ を $N_{ce}$ に置き換えればよい。この場合、 $N_{ce}$ は $N_e$ より小であるため、トータルのメモリ量 $M_e$ はより削減される。

【 0 2 3 9 】

以上をまとめると、本発明と従来のフォワーディング方式を用いた場合の中継ノードとエッジノードのメモリ量の比較結果は次の表1に示すようになる。

【 0 2 4 0 】

【表1】

中継ノードとエッジノードのメモリ量の比較

	中継ノード	エッジノード	
		全エッジノードが 通信先となるケース	想定ケース (VPNサービス)
本発明	$12 \times N_e$ (bit)	$12 \times N_e + 48 \times N_e \times h$ (bit)	$12 \times N_{ce} + 48 \times N_{ce} \times h$ (bit)
従来	$48 \times N_e \times h$ (bit)	$48 \times N_e \times h$ (bit)	$48 \times N_e \times h$ (bit)

【 0 2 4 1 】

表1より、中継ノードに関して、本発明のメモリ量はエッジノード数のみに依存し、ホスト数によらないため、網規模に対するスケーラビリティを有しているといえる。従来方式に比べて、 $1/4h$ に削減可能であり、エッジノードに収容されるホスト数が増えるほど（網規模が大きいほど）、削減効果が大きいことが分かる。

【 0 2 4 2 】

一方、エッジノードに関して、本発明のメモリ量は、最大となる場合（全エッジノードと接続する場合）では、エッジノード数及び接続ホスト数に依存するた

め、従来方式と同じレベルとなる。しかし、VPNサービス等が想定されるサービス形態の場合には、通信しないエッジノードに接続するホストに関してはエントリしないため、メモリ量が削減される。その場合、従来方式と比べて、 $N_{ce}/N_e$ に削減可能であり、接続しないエッジノード数に応じた分だけメモリ量が削減できるようになる。

## 【 0 2 4 3 】

ネットワーク全体で比較した場合でも、本発明では中継ノードにおけるメモリの削減量が大きいため、ネットワーク全体としてみた場合大幅なメモリ削減効果を得られることになる。

## 【 0 2 4 4 】

従って、本発明のフォワーディング方法では、特に中継ノードでは従来の方法に比べてFDBのメモリ量を大幅に削減可能であり、エッジノードのメモリ量は最悪の場合でも従来と同程度であり、想定されるサービス形態では従来方式に比べてメモリ量の削減することができる。これは、出口側のエッジノードに接続する複数のホストを出口側のエッジノードで代表するため、中継ノードのFDBのエントリ数が大幅に削減されること、及び宛先ノード識別子が12ビットであり、48ビットのMACアドレスに比べて各エントリのサイズが削減されていることによる。さらに、中継ノードでは12ビットのアドレスマッチングで出力ポートを決定することにより、48ビットのMACアドレスマッチングに比べて、高速フォワーディングが可能となる。

## 【 0 2 4 5 】

また、上記実施の形態では、中継ノード900-2、900-3は、図24において点線より上側のみで構成されるものとしたが、中継ノード900-2、900-3を図24の点線より下の部分を含む形態とし、搭載するメモリの容量を拡張タグFDB1810が必要とする容量とすることもできる。

## 【 0 2 4 6 】

このように、中継ノードを図24の全ての構成を含む形態とした場合には、中継ノードとして使用していたノードをエッジノードとして使用するようにノードの使用形態を変更する際に、ハードウェアの大幅な追加を行う必要がなく、メモリ

を増加するだけで、対応することが可能となる。

【 0 2 4 7 】

＜カスタマ分離タグを用いた場合のフォワーディング方法に関する実施の形態＞

第 3 の実施の形態として、本発明における拡張タグ付きイーサネット (R) フレームを用いたフォワーディング方法に関して、フォワーディングタグとともにカスタマ分離タグを用いた場合のフォワーディング方法について説明する。

【 0 2 4 8 】

図 3 6 は、提案ネットワーク 3 6 0 0 におけるフォワーディング方法を示している。提案ネットワーク 3 6 0 0 は提案ネットワーク 3 1 0 0 と比べて、ホスト A、B、C、D がノード 9 0 0 - 4 のポート # 3 に接続されている点に変更されている。（その他は同様の構成となっている。）

また、ノード 9 0 0 - 1 に接続しているホスト X とノード 9 0 0 - 4 に接続しているホスト A、B、C、D は同一のカスタマ # a であるとする。図 3 6 では図 2 3 と同様に、ホスト X からホスト A ~ D に対してフレームが転送されており、その経路は図示していないサーバによって、ホスト X → ノード 9 0 0 - 1 → ノード 9 0 0 - 2 → ノード 9 0 0 - 3 → ノード 9 0 0 - 4 → ホスト A、B、C、D と設定されているとする。

【 0 2 4 9 】

転送経路上の各ノード 9 0 0 - 1 ~ 9 0 0 - 4 は、フレーム転送を行なうためのテーブルとして、入口側のエッジノードであるノード 9 0 0 - 1 はアドレス解決テーブル 3 6 0 1 と拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 を、中継ノードであるノード 9 0 0 - 2、9 0 0 - 3 はそれぞれ拡張タグ対応 FDB 3 1 0 3、3 1 0 4 を、出口側のエッジノードであるノード 9 0 0 - 4 は拡張タグ対応 FDB 3 1 0 5、3 6 0 6 を有している。図 3 6 では入口側エッジノード 9 0 0 - 1 と出口側エッジノード 9 0 0 - 4 の動作が図 2 3 と異なり、中継ノード 9 0 0 - 2、3 の動作は図 2 3 と同様であるため、以降では主にノード 9 0 0 - 1、9 0 0 - 4 の動作について説明する。

【 0 2 5 0 】

入口側のエッジノードであるノード 9 0 0 - 1 は、入力フレームの宛先ホスト

のMACアドレスからカスタマ分離識別子（以降カスタマIDと記す）と宛先ホストが接続している出口側のエッジノードのノード識別子を取得し、宛先である出口側のエッジノードのノード識別子をフォーワーディングタグ2500に、またカスタマIDをカスタマ分離タグ2501に記述するとともに、宛先ノード識別子に対する出力ポートを得て、その出力ポートに拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400を出力する。

## 【0251】

このような転送処理を行うために、ノード900-1はアドレス解決テーブル3601と拡張タグ対応FDB3102を有している。アドレス解決テーブル3601には各々の宛先ホストのMACアドレスに対応するカスタマIDと宛先ノードのノード識別子が記述され、拡張タグ対応FDB3102には宛先ノードのノード識別子に対する出力すべき出力ポートが記述されている。なお、アドレス解決テーブル3601は図13のフレーム属性情報/ネットワーク情報対応テーブル1210に相当し（アドレス解決テーブル3601のMACアドレスがフレーム属性情報1211に対応し、アドレス解決テーブル3601のカスタマIDとノード識別子がネットワーク情報1212-1に対応する。）、拡張タグ対応FDB3102は図19のフォーワーディングテーブル1810に相当する。

## 【0252】

図37、図38はそれぞれ入口側のエッジノード900-1、出口側のエッジノード900-4のフォーワーディング処理に関するフローチャートである。

## 【0253】

各ノード900-1、4では初期状態として、宛先MACアドレスに対応するカスタマIDと宛先ノード識別子のアドレス解決処理及び宛先ノード識別子と出力ポートの対応付け処理が、例えば図24に示すようなサーバ3200を用いて行われる（ステップD-1、E-1）。サーバ3200には初期設定時に各エッジノードに接続されるホストのMACアドレス情報及び各ホストの所属するカスタマ情報が登録される。サーバ3200はこれにより宛先MACアドレスとカスタマIDと宛先ノード識別子を対応付ける。また、ネットワーク内の全ノードの接続状況に基づき最適な経路決定を行い、その結果として、各ノードにおける宛

先ノード識別子と出力ポートも決定される。

#### 【 0 2 5 4 】

続いて入口側のエッジノード 9 0 0 - 1 の処理について説明する。ノード 9 0 0 - 1 は MAC アドレス A、B、C、D 宛てのフレームを受信すると、アドレス解決テーブル 3 6 0 1 を参照し、MAC アドレス A、B、C、D がカスタマ # a に所属しており、対応する宛先ノードのノード識別子が 9 0 0 - 4 であることを知る（ステップ D - 2）。その後、ノード 9 0 0 - 1 はフォーディングタグ 2 5 0 0 に 9 0 0 - 4 を記述し、カスタマ分離タグ 2 5 0 1 に # a を記述する（ステップ D - 3）。その後、拡張タグ対応 FDB 3 1 0 2 を参照してノード 9 0 0 - 4 に対する出力ポートはポート # 3 との情報を得て（ステップ D - 4）、ポート # 3 に拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 を出力する（ステップ D - 5）。出力されたフレームはノード 9 0 0 - 2 に到着する。

#### 【 0 2 5 5 】

入口側のエッジノード 9 0 0 - 1 の構成は図 2 4 に示す通りである。入口側エッジノード 9 0 0 - 1 の動作に関して、提案ネットワーク 3 1 0 0 との差分は以下の点である。MAC スイッチ 2 3 0 からのフレームを受信した拡張タグ生成回路 9 1 0 の拡張タグ生成部 1 2 2 0 はアドレス解決テーブル 1 2 1 0 を参照して、カスタマ ID 及び宛先ノードを決定し、宛先ノード識別子を格納したフォーディングタグ 2 5 0 0 及びカスタマ ID を格納したカスタマ分離タグ 2 5 0 1 をフレームに挿入して拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 に変換して、拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 に転送する。拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 は提案ネットワーク 3 1 0 0 と同様にフォーディングタグ 2 5 0 0 を参照して出力ポートを決定して、フレーム転送する。

#### 【 0 2 5 6 】

続いて、入口側のエッジノード 9 0 0 - 1 から拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 を受信したネットワーク内の中継ノード 9 0 0 - 2、9 0 0 - 3 は、提案ネットワーク 3 1 0 0 における動作と同様に、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 2 4 0 0 のフォーディングタグ 2 5 0 0 を基に出力ポートを決定し、該当ポートに転送する。

## 【 0 2 5 7 】

続いて、図 3 6 において中継ノード 9 0 0 - 3 から拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を受信した出口側のエッジノード 9 0 0 - 4 は、自ノードが宛先であることを知ると、カスタマ分離タグ 2 5 0 1 に格納されるカスタマ ID によって出力ポートを決定し、拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 からフォーディングタグ 2 5 0 0 及びカスタマ分離タグ 2 5 0 1 を削除し、通常のイーサネット (R) フレームとして決定したポートにフレーム転送する。この処理を行なうために、ノード 9 0 0 - 4 は拡張タグ対応 FDB 3 1 0 5、3 6 0 6 を有している。拡張タグ対応 FDB 3 1 0 5 には宛先ノード識別子とそれに対応する出力ポートが記述されており、拡張タグ対応 FDB 3 6 0 6 にはカスタマ ID とそれに対応する出力ポートが記述されている。

## 【 0 2 5 8 】

ノード 9 0 0 - 4 は、拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を受信すると、ステップ E - 2 において拡張タグ対応 FDB 3 1 0 5 を参照し、宛先ノード識別子 9 0 0 - 4 に対する出力ポートエントリが自ノードであることを示す識別子である END であることを取得する。その後、ステップ E - 3 において拡張タグ対応 FDB 3 6 0 6 を参照して、カスタマ分離タグ 2 5 0 1 に格納されるカスタマ ID に対する出力ポートエントリを検索し、ポート # 3 を取得する。

## 【 0 2 5 9 】

出力ポート # 3 を得ると、ステップ E - 4 においてノード内の拡張タグ削除回路に接続する出力ポートにフレームを出力し、フォーディングタグ 2 5 0 0 及びカスタマ分離タグ 2 5 0 1 を削除して、通常の VLAN タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 に変換する。VLAN タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 に変換したノード 9 0 0 - 4 は、ステップ E - 5 において出力ポート # 3 にフレームを出力する。各ホスト A ~ D は自分宛てのフレームを受信することによって、各ホストに VLAN タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 が転送される。

## 【 0 2 6 0 】

図 2 4 には、出口側のエッジノード 9 0 0 - 4 の構成も示している。出口側エ



ッジノード 9 0 0 - 4 の動作に関して、提案ネットワーク 3 1 0 0 との差分は以下の点である。中継ノード 9 0 0 - 3 からのフレームを入力ポート 9 0 1 - i n または 9 0 2 - i n で受信すると、拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 は、拡張タグ対応 F D B 1 8 1 0 （拡張タグ対応 F D B 3 1 0 5 と 3 6 0 6 に対応）を参照して、自ノードが宛先ノードであることを認識するとともに、カスタマ I D より出力ポート情報を取得する。出力ポート情報を得ると、その情報とフレームを拡張タグ削除回路 9 4 0 に転送する。拡張タグ削除回路 9 4 0 は、フォワーディングタグ 2 5 0 0 及びカスタマ分離タグ 2 5 0 1 を削除して拡張タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 4 0 0 を通常の V L A N タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 又は通常のイーサネット (R) フレームに変換して、出力ポート情報とともに M A C スイッチ 2 3 0 に転送する。M A C スイッチ 2 3 0 は、受信した出力ポート情報に従い、該当する出力ポート 2 0 1 - o u t ~ 2 0 3 - o u t の何れかに当該 V L A N タグ付きイーサネット (R) フレーム 2 2 0 0 を出力する。

## 【 0 2 6 1 】

以上説明したように、本実施の形態におけるフォワーディングタグ及びカスタマ分離タグを用いたフォワーディング方法では、入口側のエッジノードが宛先ホストの M A C アドレスを宛先ホストが接続する出口側のエッジノードの識別子及びカスタマ I D にマッピングして、宛先エッジノード識別子に基づきフォワーディングする。また、中継ノードでは宛先ノード識別子に基づきフォワーディングすることにより、フレームは出口側エッジノードまで到達可能である。出口側エッジノードではフォワーディングタグを削除し、カスタマ分離タグに格納されるカスタマ I D によって出力ポートを決定し、フレーム転送する。そのため、出口側エッジノードでは接続するホストの M A C アドレスの学習を行なう必要がない。

## 【 0 2 6 2 】

このように、本実施の形態のフォワーディング方法によると、前の実施の形態における方法と同様に出口側エッジノードに接続する複数のホストを出口側エッジノードのノード識別子で代表してフォワーディングすることにより、特に中継ノードの F D B のメモリ量を大幅に削減できる。さらに、出口側エッジノードで

は同一カスタマに所属する複数のホストをカスタマIDでグルーピングして、出力ポートを決定することにより、接続ホストのMACアドレス学習を行なう必要が無いという利点も有する。

#### 【0263】

##### <階層化ネットワークに関する実施の形態>

第4の実施の形態として、本発明のノードを用いた階層化ネットワークについて説明する。

#### 【0264】

##### <階層化ネットワークの構成>

図39は階層化ネットワーク3800の構成を示している。第1及び第2の実施の形態のフォーディング方法では、アドレス領域が12ビット（一般的にはあるサイズの固定長）であるフォーディングタグ2500に宛先ノード識別子を格納してデータ転送するため、ネットワーク内に収容できるノード数は約4000（一般的にはある有限数）に制限される。このようなノード数の制限を解消し、制限数以上のノードを収容するためにネットワークを階層化する。階層化ネットワーク3800は二段階層の階層化ネットワークで、第一階層ネットワーク3801はネットワーク内のノードの物理接続を示しており、第二階層ネットワーク3802は第一階層ネットワーク3801の各ノードを論理的ドメイン3830～3833に分割している。

#### 【0265】

ドメイン3830にはノード3810、3811、3812が収容され、ドメイン3831にはノード3816、3817、3818が収容され、ドメイン3832にはノード3813、3814、3815が収容され、ドメイン3833にはノード3819、3820、3821が収容される。各ノードをドメイン識別子とノード識別子の組み合わせで表すことにより、ドメイン内でユニークなノード識別子を他のドメインのノードに割り当て可能となり、収容ノード数を大幅に増加可能となる。なお、図39では説明の都合上、ドメインが異なっても、各ノードには異なる識別子を割り当てている。図39では二段階層の階層化ネットワークであるため、収容可能ノード数は最大約1600万ノードとなる。

## 【0266】

図39の階層化ネットワーク3800ではドメインの境界がリンク上に設定されている。これに対して、図40のようにドメインの境界をノード上に設定することも可能である。図40の階層化ネットワーク3900では、図39と同様の物理接続ネットワーク（第一階層ネットワーク3801）に対して、第二階層ネットワーク3902ではドメイン3930、3931、3932、3933が設定される。

## 【0267】

ドメイン3930にはノード3810、3811、3812、3813が収容され、ドメイン3931にはノード3812、3816、3817、3818が収容され、ドメイン3932にはノード3813、3814、3815、3817、ノード3819が収容され、ドメイン3933にはノード3818、3819、3820、3821が収容される。

## 【0268】

図40では、ドメイン3930と3931の境界はノード3812、ドメイン3930と3932の境界はノード3813、ドメイン3931と3932の境界はノード3817、ドメイン3931と3933の境界はノード3818、ドメイン3932と3933の境界はノード3819となっている。ノードがドメイン境界となる場合においても、各ノードをドメイン識別子とノード識別子の組み合わせで表すことにより、収容可能ノード数を大幅に増加できる。

## 【0269】

## ＜階層化ネットワーク対応のフレームフォーマット＞

図41はこのような階層化ネットワーク3800、3900においてデータ転送を行なうためのフレームフォーマットを示している。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム2400は拡張タグ格納領域2301に2つのフォーワーディングタグ2500-1、2500-2を格納する。

## 【0270】

図42は各々のフォーワーディングタグ2500-1、2500-2の構成を示している。フォーワーディングタグ2500-1、2500-2は図6で説明した

ように拡張タグ識別領域 2 6 0 1 - 1、2 と拡張タグ情報領域 2 6 0 2 - 1、2 から構成されており、拡張タグ情報領域 2 6 0 2 - 1、2 は図 9 で示したようにアドレスタイプ領域 2 9 0 1 - 1、2 とアドレス領域 2 9 0 2 - 1、2 から構成されている。階層化ネットワークでは、フォワーディングタグ 2 5 0 0 - 1 にドメイン識別子を格納し、フォワーディングタグ 2 5 0 0 - 2 にノード識別子を格納する。

## 【 0 2 7 1 】

すなわち、アドレスタイプ領域 2 9 0 1 - 1、2 にはアドレス領域 2 9 0 2 - 1、2 に格納する識別子のタイプ（それぞれドメインであることを示す情報、ノードであることを示す情報）を格納し、アドレス領域 2 9 0 2 - 1、2 にはそれぞれドメイン識別子、ノード識別子を格納する。図 9 のフォーマットに従うとアドレスタイプ領域 2 9 0 1 は 4 ビットであるため、1 6 段階層の階層化ネットワークまでをサポート可能である。

## 【 0 2 7 2 】

＜リンクがドメインの境界となる場合のフォワーディング例＞

図 4 3 は、リンクがドメインの境界となる階層化ネットワーク 3 8 0 0 におけるフォワーディング例を示している。この例では、ドメイン 3 8 3 0 に属するノード 3 8 1 0 に接続するホスト Y からドメイン 3 8 3 3 に属するノード 3 8 2 1 に接続するホスト Z へとフレームが転送されている。階層化ネットワーク 3 8 0 0 におけるフォワーディングでは、ドメイン識別子が格納されるフォワーディングタグ 2 5 0 0 - 1 を参照して、所望のドメインまでフレーム転送し、ドメイン内ではノード識別子が格納されるフォワーディングタグ 2 5 0 0 - 2 を参照して、所望のノードまでフレーム転送する。

## 【 0 2 7 3 】

その転送経路は、第 1 及び第 2 の実施の形態と同様にサーバにより決定されるものとし、ドメインレベル（第二階層ネットワークレベル）では、ホスト Y → ドメイン 3 8 3 0 → ドメイン 3 8 3 2 → ドメイン 3 8 3 3 となり、宛先ドメインまでのドメイン 3 8 3 0、3 8 3 2 内のノードレベル（第一階層ネットワークレベル）では、ノード 3 8 1 0 → ノード 3 8 1 1 → ノード 3 8 1 3 → ノード 3 8 1 4

→ノード3815となり、宛先ドメイン3833内のノードレベル（第一階層ネットワークレベル）では、ノード3820→ノード3821→ホストZとする。

#### 【0274】

各ノード3810～3821は転送経路上でフレーム転送するために、入口側エッジノードであるノード3810はアドレス解決テーブル4200と拡張タグ対応FDB4210を、中継ノードであるノード3811～3820は拡張タグ対応FDB4211～4220を、出口側エッジノードであるノード3821は拡張タグ対応FDB4221とFDB4201を有している。

#### 【0275】

アドレス解決テーブル4200には宛先ホストのMACアドレスと、それに対応して、そのホストが接続する出口側エッジノードのノード識別子とそのエッジノードが属するドメインのドメイン識別子が記述されている。

#### 【0276】

拡張タグ対応FDB4210～4221にはドメイン識別子／ノード識別子と、その識別子に対する出力ポートが記述されている。特に、そのノードの次ホップのドメインに関しては、そのドメイン識別子に対する出力ポートエントリには、出力ポートとともにNEXTが併記される。また、そのノードが属するドメインに関しては、そのドメイン識別子に対する出力ポートエントリには、出力ポートとともにENDが併記される。同様に自ノードであるノード識別子に対する出力ポートエントリとしてはENDのみが記述される。

#### 【0277】

FDB4201には出口側エッジノードに接続するホストのMACアドレスと、そのホストに対する出力ポートが記述されている。

#### 【0278】

図45、46、47はそれぞれ入口側エッジノード3810、中継ノード3811、3813、3814、3815、3820、出口側エッジノード3821のフォワーディング処理に関するフローチャートである。エッジノード3810、3821は初期状態として、ステップF-1、H-1において、宛先MACアドレスに対応する宛先ノード識別子／ドメイン識別子のアドレス解決を行ない、

各ノード3810～3821はステップF-1、G-1、H-1において、宛先ノード識別子／ドメイン識別子と出力ポートの対応付け処理を行なう。これらの処理も第1及び第2の実施の形態と同様にサーバを用いて行なわれる。

## 【0279】

## ＜入口側のエッジノード＞

入口側のエッジノードであるノード3810はホストYからのフレームを受信すると、アドレス解決テーブル4200を参照して、宛先ホストZが接続しているノード情報として、ノード3821とノード3821が属するドメイン3833を取得する（ステップF-2）。アドレス解決テーブル4200には、宛先ホストのMACアドレスと、そのホストが接続している出口側エッジノードのノード識別子、そのノードが属するドメインのドメイン識別子が記述されている。

## 【0280】

ノード識別子及びドメイン識別子は図9及び図42で説明したように、アドレスタイプとアドレスの組み合わせで表す。ここでは、ノード識別子のタイプを00、ドメイン識別子のタイプを01としており、ノード識別子は00.38xx、ドメイン識別子は01.38xxと表示している。アドレス解決テーブル4200の作成は、第1及び第2の実施の形態と同様にサーバによって行なわれる。

## 【0281】

なお、サーバは各ノードと各ドメインの対応関係情報を保持している。ノード3810はアドレス解決テーブル4200から各情報を取得すると、ステップF-3において、先頭のフォワーディングタグ2500-1にはドメイン識別子01.3833を記述し、2番目のフォワーディングタグ2500-2にはノード識別子00.3821を記述する（アドレスタイプ領域2901-1、2に01、00が記述され、アドレス領域2902-1、2に3833、3821が記述される。）。

## 【0282】

入口側エッジノード3810は、フォワーディングタグ2500-1、2を付加すると、先頭フォワーディングタグ2500-1内の情報に基づき、拡張タグ対応FDBを参照しながら出力ポートを決定してフレームを転送する。ノード3

8 1 0 は拡張タグ対応 FDB 4 2 1 0 を参照して、先頭のフォーワーディングタグ 2 5 0 0 - 1 内の情報 0 1. 3 8 3 3 に対する出力ポート情報はポート # 2 であることを得て（ステップ F - 4）、フレームを出力ポート # 2 に転送する（ステップ F - 5）。その結果、フレームはノード 3 8 1 1 に到着する。

#### 【 0 2 8 3 】

図 4 8 は入口側エッジノード 3 8 1 0、出口側エッジノード 3 8 2 1、中継ノード 3 8 1 1 ~ 3 8 2 0 の構成を示している。中継ノード 3 8 1 1 ~ 3 8 2 0 は点線より上部のみで構成されている。ここでは、第 1 及び第 2 の実施の形態における階層化しないネットワークにおけるフォーワーディング方法について説明した各ノードの動作に関して、階層化ネットワークにおける動作の差分についてのみ説明する。

#### 【 0 2 8 4 】

入口側エッジノード 3 8 1 0 では、フォーワーディングタグを生成する際の動作が異なる。すなわち、拡張タグ生成部 1 2 2 0 は MAC スイッチ 2 3 0 の出力ポート # 0 からタグフォーワーディングすべきフレームを受信すると、アドレス解決テーブル 1 2 1 0 を参照して、宛先ノード識別子を取得する。

#### 【 0 2 8 5 】

ここで、階層化ネットワークでは、宛先ホストが接続する出口側ノードはノード識別子とそのノードが属するドメイン識別子で表される。そのため、アドレス解決テーブル 1 2 1 0 のエントリはノード識別子とドメイン識別子を有する。各識別子を得た拡張タグ生成部 1 2 2 0 はドメイン識別子を格納するフォーワーディングタグ 2 5 0 0 - 1 とノード識別子を格納するフォーワーディングタグ 2 5 0 0 - 2 を生成し、フォーワーディングタグ 2 5 0 0 - 1 を先頭に、フォーワーディングタグ 2 5 0 0 - 2 を二番目の位置に格納し、フレームを拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 に転送する。

#### 【 0 2 8 6 】

拡張タグフレームスイッチ 9 3 0 は、拡張タグ対応 FDB 1 8 1 0 を参照して、出力ポートを決定する。この際先頭のフォーワーディングタグから出力ポートを決定する。フォーワーディングタグに格納されるドメイン識別子／ノード識別子はア

ドレスタイプ領域4ビットとアドレス領域12ビットから構成されているため、拡張タグ対応FDB1810の各エントリは図24の12ビットから16ビットに変更されている。

## 【0287】

## ＜中継ノード：宛先ドメイン外＞

転送経路上の中継ノード3811、3813、3814は、ノード3810のステップF-4以降の処理と同様に拡張タグFDBを参照して出力ポート情報を得て、フレーム転送する。ノード3810からフレームを受信したノード3811は、ステップG-2において拡張タグ対応FDB4211を参照して、01.3833に対する出力ポート情報はポート#2であることを得る。出力ポート情報には、次ホップが宛先ドメインであることを示すNEXTというエントリは含まれていないため、ステップG-6において、取得した出力ポート#2にフレームを転送する。同様にノード3813、3814は拡張タグ対応FDB4213、4214を参照して、01.3833に対する出力ポート情報を得て（ステップG-2）、そのポートにフレーム転送する（ステップG-6）。その結果、フレームはノード3815に到着する。

## 【0288】

## ＜中継ノード：宛先ドメインへの境界ノード＞

ノード3815も同様に拡張タグ対応FDB4215を参照して、01.3833に対する出力ポート情報を検索する。ノード3815は目的のドメイン3833との境界ノードであるため、01.3833に対する出力ポート情報にはポート#3とともに、次ホップから宛先のドメイン3833であることを示すNEXTが併記されている（ステップG-2）。取得した出力ポート情報にはNEXTというエントリが含まれているため（ステップG-3）、ノード3830はフレーム及び出力ポート情報を拡張タグ削除回路に転送する（ステップG-4）。拡張タグ削除回路は先頭のフォーワーディングタグ2500-1を削除して、ノードアドレスが格納されている二番目のフォーワーディングタグ2500-2を先頭にして（ステップG-5）、出力ポート#3にフレーム転送する（ステップG-6）。



## 【0289】

なお、ステップG-2において、フォワーディングタグに格納されるドメイン識別子が自ノードが属するドメインと一致する場合には出力ポート情報にENDというエントリが含まれる。このような場合には、ステップG-3～G-5において、NEXTエントリが含まれる場合と同様に、拡張タグ削除回路で先頭フォワーディングタグを削除して、出力ポートに転送する。このように、フォワーディングタグに自ノードが属するドメイン識別子が格納される例としては、後の実施の形態で説明する3段以上の階層化ネットワークにおいて、複数の階層のドメイン境界ノードからフレームが転送される場合がある。このようなドメイン境界ノードからのフレームを受信したノードでは先頭フォワーディングタグに自ノードが属するドメインの識別子が格納される。

## 【0290】

また、入口側のエッジノードが宛先ドメインへの境界ノードとなる場合も考えられる。このような場合には、図45のステップF-4が図46のステップG-2となり、図46のフローチャートに従い動作する。

## 【0291】

ドメイン境界ノードは、第1及び第2の実施の形態で説明した階層化のないネットワークではなかったノードである。ノード3815では、拡張タグフレームスイッチ930が拡張タグ対応FDB1810を参照して、次ホップから宛先ドメインであることを示す「NEXT」というエントリを得ると、フレームと出力ポート情報を拡張タグ削除回路940に転送する。拡張タグ削除回路940は先頭のフォワーディングタグ2500-1を削除して、フォワーディングタグ2500-2を先頭タグにして、該当する出力ポート901-outまたは902-outにフレームを転送する。

## 【0292】

<中継ノード：宛先ドメイン内>

ノード識別子を格納するフォワーディングタグ2500-2を先頭にしてノード3815から転送されたフレームはノード3820に到着する。ノード3820は拡張タグ対応FDB4220を参照して、フォワーディングタグ2500-

2に格納されるノード識別子00. 3821に対応する出力ポート#5を得て（ステップG-2）、出力ポート情報にはNEXTエントリが含まれていないため（ステップG-3）、フレームをポート#5に転送する（ステップG-6）。

#### 【0293】

##### <出口側のエッジノード>

フレームはノード3821に到着する。ノード3821は拡張タグ対応FDB 4221を参照して、フォワーディングタグ2500-2の情報00. 3821に対する出力ポート情報として、宛先ノードが自ノードであることを示すENDを得る（ステップH-2）。そこで、ノード3821は拡張タグ削除回路にフレームを転送する（ステップH-3）。拡張タグ削除回路はフォワーディングタグ2500-2を削除し（ステップH-4）、通常のイーサネット(R)フレームとしてから、出口側エッジノード用のFDBであるFDB 4201を参照して、宛先MACアドレスMAC\_#Zに対する出力ポート#2を得て（ステップH-5）、ポート#2にフレームを転送する（ステップH-6）。これにより、ホストZにフレームが到着する。

#### 【0294】

出口側エッジノード3821の処理は、第1及び第2の実施の形態で説明した階層化のない場合と同様である。

#### 【0295】

以上のように、リンクがドメイン境界となる階層化ネットワークにおけるフォワーディング方法では、入口側エッジノードが、宛先ホストが接続する出口側エッジノードのノード識別子とノードが所属するドメイン識別子を取得し、それぞれフォワーディングタグ2500-2、2500-1に格納する。各ノードは拡張タグ対応FDB 4210～4215を参照して、先頭フォワーディングタグ2500-1に格納されるドメイン識別子に対応する出力ポートにフレームを転送する。そして、宛先ドメインへの境界ノード3815が先頭フォワーディングタグ2500-1を削除してノード識別子が格納されるフォワーディングタグ2500-2を先頭タグとし、宛先ドメイン内の各ノードは拡張タグ対応FDB 4220～4221を参照して、先頭フォワーディングタグ2500-2に格納され

るノード識別子に対応する出力ポートにフレーム転送することにより出口側エッジノード3821にフレームが到着する。

#### 【0296】

これにより、階層化ネットワーク3800では各ノードは先頭フォワーディングタグのみを参照して宛先の出口側エッジノードまでフレームを転送することが可能である。つまり、階層化によりネットワーク規模を拡大して、アドレス領域を拡大しても、フォワーディングの際の参照アドレス領域は一定であるため、スイッチング速度がネットワーク規模に影響を受けない。

#### 【0297】

また、本フォワーディング方法では、ドメイン識別子を参照して、所望のドメインまでフレーム転送し、ドメイン内ではノード識別子を参照して、所望のノードまでフレーム転送するため、各拡張タグ対応FDB4210～4221には、ドメイン数とドメイン内に含まれるエッジノード数分のエントリを持つだけでよい。例えば、拡張タグ対応FDB4210には、ドメイン数=4とエッジノード数=1の合計5エントリを持つ。一般化すると、ドメイン数をX、各ドメイン内に含まれるエッジノード数をYとすると（簡単化のため、各ドメインには同数のエッジノードが含まれるとする）、各ノードの拡張タグ対応FDBのエントリ数は、 $X+Y$ を持つだけでよい。階層化しない場合には、全エッジノード数分のエントリが必要となり、 $X \times Y$ を持たなければならないため、階層化により大幅なFDBエントリ数の削減が可能である。

#### 【0298】

このように本フォワーディング方法では、先頭フォワーディングタグのみを参照しており、フォワーディング時の参照アドレス領域は変わらないため、スイッチング速度に関してネットワーク規模に対するスケーラビリティを有する。またFDBのエントリ数も大幅に削減できるため、FDBのメモリ量についてもネットワーク規模に対するスケーラビリティを有する。また、当然のことながら、宛先ノード識別子をキーとするタグフォワーディングを行なっているため、エッジノードに接続するホスト数分のMACアドレスエントリを縮退でき、FDBのメモリ量は大幅に削減されている。このタグフォワーディングによるメモリ削減効

果に加えて、上記の利点を有している。

#### 【0299】

##### <ドメイン境界がノードである実施の形態>

以降の実施の形態では、ノードがドメインの境界となる階層化ネットワーク 3900 におけるフォワーディングについて説明する。図 44 は階層化ネットワーク 3900 におけるフォワーディング例を示している。図 43 と同様にホスト Y からホスト Z にフレームが転送されており、その経路も同様であるとする。以降では図 43 との差分を中心に説明する。フォワーディング処理に関する各ノードのフローチャートは、階層化ネットワーク 3800 の場合と同様に図 45、46、47 となる。また、ノード構成は図 48 と同様である。

#### 【0300】

##### <入口側エッジノードと中継ノード>

ホスト Y からのフレームを受信した入口側エッジノード 3810 はアドレス解決テーブル 4200 を参照して、MAC\_# Z に対するドメイン識別子 01. 3933、ノード識別子 00. 3821 を得て（ステップ F-2）、フォワーディングタグ 2500-1、2 に記述する（ステップ F-3）。そして、拡張タグ対応 FDB 4310 を参照して、ドメイン識別子 01. 3933 に対する出力ポート #2 を得て（ステップ F-4）、取得したポートにフレーム転送する（ステップ F-5）。中継ノード 3811、3813、3814、3815 はフレームを受信すると、拡張タグ対応 FDB 4311~4315 を参照して、ドメイン識別子 01. 3933 に対する出力ポートを得て（ステップ G-2）、そのポートにフレームを出力する（ステップ G-6）。

#### 【0301】

##### <境界ノード>

ノード 3815 からのフレームを受信したノード 3820 の動作は以下の通りである。ノード 3820 は拡張タグ対応 FDB 4320 を参照して、受信したフレームの先頭フォワーディングタグ 2500-1 に格納されるドメイン識別子 01. 3933 に対する出力ポートを検索する（ステップ G-2）。対応する出力ポートはポート #5 であり、次ホップからドメイン 3933 であることを示す N

EXTというエントリも併記されているため（ステップG-3）、フレーム及び出力ポート情報を拡張タグ削除回路に転送し（ステップG-4）、拡張タグ削除回路においてフォーディングタグ2500-1を削除し、フォーディングタグ2500-2を先頭にして（ステップG-5）、ポート#5にフレームを転送する（ステップG-6）。

#### 【0302】

##### <出口側エッジノード>

ノード3820からのフレームを受信したノード3821は、拡張タグ対応FDB4321を参照して、フォーディングタグ2500-2内のノード識別子00.3821に対する出力ポートが自ノードであることを示すENDを得る（ステップH-2）。そして、フレームを拡張タグ削除回路に転送し（ステップH-3）、拡張タグ削除回路においてフォーディングタグ2500-2を削除して（ステップH-4）、FDB4201を参照して、宛先MACアドレスMAC\_\_#Zに対する出力ポート#2を得て（ステップH-5）、ポート#2にフレームを転送する（ステップH-6）。これにより、フレームはホストZに到着する。

#### 【0303】

以上説明したように、ノードがドメイン境界となる図44の階層化ネットワークにおけるフォーディング方法でも、図43のリンクがドメイン境界となる場合と同様に、先頭フォーディングタグのみを参照して宛先の出口側エッジノードまでフレームを転送することが可能である。これにより、先頭フォーディングタグのみの参照でフォーディング時の参照アドレス領域は変わらないため、スイッチング速度はネットワーク規模に影響を受けない。またFDBのエントリ数も大幅に削減可能であり、メモリ量の点でもスケーラビリティを有する。したがって、階層化ネットワークによるネットワーク規模の拡大が可能であり、スケーラビリティを有する。

#### 【0304】

##### <N段階階層ネットワーク対応>

ここまでの実施の形態では、2段階階層の階層化ネットワークのみを説明したが

、本実施の形態では、3 段以上の任意の段数での階層化ネットワークについて説明する。N 段の階層化ネットワークでは、図 4 9 のように拡張タグ格納領域 2 3 0 1 にフォーディングタグ 2 5 0 0 - 1 ~ 2 5 0 0 - N を格納することにより対応可能である。この場合、先頭のフォーディングタグ 2 5 0 0 - 1 には最上位である N 段目の階層のドメイン識別子を格納し、二番目のフォーディングタグ 2 5 0 0 - 2 には (N - 1) 段目の階層のドメイン識別子を格納し、(N - 1) 番目のフォーディングタグ 2 5 0 0 - (N - 1) には 2 段目の階層のドメイン識別子を格納し、N 番目のフォーディングタグ 2 5 0 0 - N には 1 段目の階層のノード識別子を格納する。

#### 【0 3 0 5】

図 2 9 のフレームフォーマットに従うとアドレスタイプ領域を 4 ビットであらわすため、階層の段数は 1 6 段まで可能であり、アドレス領域を 1 2 ビットであらわすため、各階層ごとに 4 0 9 6 ノードまで収容可能となる。アドレスタイプ領域 2 9 0 1、アドレス領域 2 9 0 2 の分配を変えることにより、段数と階層毎のノード数を変更可能である。例えば、アドレスタイプ領域を 3 ビットで表す場合には、階層の段数は 8 段まで可能であり、アドレス領域は 1 3 ビットであらわすため、各階層ごとに 8 1 9 2 ノードまで収容可能となる。

#### 【0 3 0 6】

3 段以上の階層化ネットワークにおいても、フォーディングの方法は前の実施の形態において図 4 3、4 4 で説明した方法と同様である。すなわち、入口側のエッジノードはアドレス解決テーブルを参照して、出口側のエッジノードの各階層のドメイン識別子、ノード識別子を取得し、フォーディングタグに格納する。その後、入口側エッジノード及び中継ノードは先頭のフォーディングタグを参照しながら最上位階層のドメインをフォーディングする。そして宛先ドメインへの境界の中継ノードに到達すると、先頭フォーディングタグを削除し、新たな先頭フォーディングタグを参照しながら一つ下の階層の宛先ドメインへとフォーディングする。そしてこの階層の宛先ドメインへの境界ノードに到達すると、フォーディングタグを削除する。この動作を繰り返すことにより、最下位の階層に達すると、宛先ノード識別子が格納された最下段フォーディング

タグを参照してフォワーディングすることにより、宛先の出口側エッジノードまで到達可能である。

#### 【0307】

(拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム構成)

図25～図30を用いて、本発明による他の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームを説明する。

#### 【0308】

図25は、図31に示したイーサネット(R)フレーム100を変換対象とする拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300の構成を示している。

#### 【0309】

拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300は、送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102と拡張タグ格納領域310とイーサ属性識別子104とペイロード105とFCS106の情報領域から構成される。送信先MACアドレス101と送信元MACアドレス102とイーサ属性識別子104とペイロード105には、変換対象となるイーサネット(R)フレーム100からそれぞれ継承する情報が格納される。FCS106には、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300全体を対象としたエラーチェック情報が格納されている。

#### 【0310】

拡張タグ格納領域310には、ネットワーク制御あるいはネットワーク管理のための情報が格納されている。拡張タグ格納領域310はイーサネット(R)フレーム100のネットワーク分離識別子103の格納領域にマッピングされる。そのため、拡張タグ格納領域310の情報領域の幅ならびに位置はネットワーク分離識別子103と同一である。

#### 【0311】

ネットワーク分離識別子103は上記16ビットがタグプロトコル識別子(TPID)となっており固有の値(0x8100)が収容されるため、拡張タグ格納領域310とネットワーク分離識別子103とを同一構成とする場合には、TPID値を変更することによって両者を区別する。また、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300を利用していることが分かっているネットワークでは、

拡張タグ格納領域 3 1 0 は T P I D 値を自由に設定してネットワーク分離識別子 1 0 3 の格納領域を自由に利用してもかまわない。

【 0 3 1 2 】

図 2 6 は、イーサネット(R)フレーム 1 0 0 あるいはネットワーク分離識別子 1 0 3 を省いたイーサネット(R)フレーム 1 0 0 を変換対象とする拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 4 0 0 の構成を示している。

【 0 3 1 3 】

拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 4 0 0 は、送信先 M A C アドレス 1 0 1 と送信元 M A C アドレス 1 0 2 と拡張タグ格納領域 3 1 0 とネットワーク分離識別子 1 0 3 とイーサ属性識別子 1 0 4 とペイロード 1 0 5 と F C S 1 0 6 の情報領域から構成される。

【 0 3 1 4 】

送信先 M A C アドレス 1 0 1 と送信元 M A C アドレス 1 0 2 とネットワーク分離識別子 1 0 3 とイーサ属性識別子 1 0 4 とペイロード 1 0 5 には、入力されたイーサネット(R)フレーム 1 0 0 からそれぞれ継承する情報群が格納されている。ただし、変換対象とするイーサネット(R)フレーム 1 0 0 にネットワーク分離識別子 1 0 3 がない場合には、ネットワーク分離識別子 1 0 3 は必ずしも必要ではない。F C S 1 0 6 には、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 4 0 0 全体を対象としたエラーチェック情報が格納されている。

【 0 3 1 5 】

拡張タグ格納領域 3 1 0 には、ネットワーク制御あるいはネットワーク管理のための情報が格納されている。拡張タグ格納領域 3 1 0 は、図 2 6 上では送信元 M A C アドレス 1 0 2 とイーサ属性識別子 1 0 4 との間に配置されているが、ペイロード 1 0 5 の前であればイーサネット(R)フレーム 1 0 0 のいずれの位置に配置されてもよい。

【 0 3 1 6 】

以降では、ネットワーク分離識別子 1 0 3 の有無あるいは拡張タグ格納領域 3 1 0 の配置にかかわらず、変換対象をイーサネット(R)フレーム 1 0 0 あるいはネットワーク分離識別子 1 0 3 を省いたイーサネット(R)フレーム 1 0 0 とした



拡張タグ格納領域 3 1 0 を含むフレームを拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 4 0 0 と記述する。

#### 【 0 3 1 7 】

図 2 7 は、Multi-Protocol Label Switch (MPLS) や Frame Relay (FR) などのフレームあるいは IP パケットなど非イーサネット(R)系のフレーム/パケット 5 0 1 を変換対象とした拡張タグ付きフレーム 5 0 0 の構成を示している。拡張タグ付きフレーム 5 0 0 は、変換対象となるフレーム/パケット 5 0 1 の中のある決められた位置に拡張タグ格納領域 3 1 0 を挿入して構成される。拡張タグ格納領域 3 1 0 には、ネットワーク制御あるいはネットワーク管理のための情報が格納されている。

#### 【 0 3 1 8 】

拡張タグ格納領域 3 1 0 には、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム 3 0 0 、 4 0 0 、 拡張タグ付きフレーム 5 0 0 の転送先ノード識別子あるいは転送先ノードへ転送されるためのラベル情報などのフォワーディング情報や、カスタマあるいはカスタマグループ単位にネットワークを分離するためのカスタマ分離情報や、障害情報や障害復旧のための迂回経路情報を示すプロテクション情報や、運用/管理情報を示す OAM&P (Operation , Administration , Management & Provisioning) 情報や、ネットワーク内での拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの生存時間を制限する TTL (Time to Live) や タイプスタンプなどの拡張情報や、遅延、ジッタ、パケットロス率などの品質情報などのネットワーク情報のすべてあるいはいずれかの情報が格納される。これらのネットワーク情報は同一種類であっても複数の情報を同時に付加することもできる。

#### 【 0 3 1 9 】

図 2 8 ～ 図 3 0 は、拡張タグ格納領域 3 1 0 の詳細な構成例を示している。

#### 【 0 3 2 0 】

図 2 8 の拡張タグ格納領域 3 1 0 は、拡張タグ情報識別子 6 1 0 と、拡張タグ情報長識別子 6 1 1 と、拡張タグ構成識別子 6 1 2 と、拡張タグ情報領域 6 1 3 と、CRC 6 1 4 とから構成される。

## 【0321】

拡張タグ情報識別子610は、拡張タグ格納領域310であることを明示する識別子である。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300、400、拡張タグ付きフレーム500において拡張タグ格納領域310が存在することが予め分かっているならば、拡張タグ情報識別子610は省略可能である。

## 【0322】

拡張タグ情報長識別子611は、拡張タグ格納領域310の長さを示している。ここで表示される長さは、拡張タグ格納領域310全体の長さでもよいし、拡張タグ構成識別子612と拡張タグ情報領域613とCRC614のみの長さでもかまわない。拡張タグ格納領域310の長さが予め固定されていたり、拡張タグ情報領域613に格納されるネットワーク拡張タグ620に明示的な情報長が格納されたり、あるいは拡張タグ情報領域614に格納される情報が予め決められた長さであったりする場合には、拡張タグ情報長識別子611を省略可能である。

## 【0323】

拡張タグ構成識別子612は、拡張タグ格納領域310の構成を示す識別子である。拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム300、400、拡張タグ付きフレーム500において拡張タグ格納領域310の構成が予め分かっているならば、拡張タグ構成識別子612は省略可能である。

## 【0324】

拡張タグ情報領域613は、ネットワーク情報を格納する拡張タグ620-1, Nを収容する領域である。拡張タグ620-1, Nは複数収容可能である。

## 【0325】

CRC614は拡張タグ格納領域310のCRC演算結果を格納する領域である。このCRC614は省略することもできる。CRC614を省略する場合、拡張タグ情報長識別子611に格納される値は、CRC614領域の長さを含む必要はない。

## 【0326】

図29は、拡張タグ情報領域613に収容される拡張タグ620の構成である

【 0 3 2 7 】

拡張タグ 6 2 0 は、ネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N とネットワーク情報長識別子 7 1 1 - 1, N とネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N と CRC 7 1 3 - 1, N から構成される。

【 0 3 2 8 】

ネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N は、上述した各種ネットワーク情報の中でネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N に格納するネットワーク情報の種別を示している。

【 0 3 2 9 】

ネットワーク情報長識別子 7 1 1 - 1, N はネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N とネットワーク情報長識別子 7 1 1 - 1, N とネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N を合算した長さあるいはネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N の長さが格納されている。ネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N とネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N の長さが固定であれば、ネットワーク情報長識別子 7 1 1 - 1, N は必要ない。

【 0 3 3 0 】

ネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N には、上述した各種ネットワーク情報の中でネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N で明示されたひとつの情報が格納される。

【 0 3 3 1 】

CRC 7 1 3 - 1, N は拡張タグ 6 2 0 - 1, N の CRC 演算結果を格納する領域である。この CRC 7 1 3 - 1, N は省略されてもかまわない。

【 0 3 3 2 】

拡張タグ情報領域 6 1 3 に格納される位置がネットワーク情報種別ごとに予め決まっている場合には、ネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N、ネットワーク情報長識別子 7 1 1 - 1, N は省略可能である。

【 0 3 3 3 】

図 3 0 は、拡張タグ情報領域 6 1 3 に収容される他の拡張タグ 8 2 0 - 1, N

の構成である。

【 0 3 3 4 】

拡張タグ 8 2 0 - 1, N は、ネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N とスタック情報 8 1 0 - 1, N とネットワーク情報長識別子 8 1 1 - 1, N とネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N と CRC 8 1 2 - 1, N とから構成される。

【 0 3 3 5 】

ネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N とネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N は上述のとおりである。

【 0 3 3 6 】

スタック情報 8 1 0 - 1, N は、その拡張タグ 8 2 0 - 1, N の次に拡張タグ 8 2 0 - 1, N が存在するか否かを示す識別子である。スタック情報 8 1 0 - 1, N がフラグ形式である場合には、次の拡張タグ 8 2 0 - 1, N の有無をフラグにより記述する（例えば、次の拡張タグ 8 2 0 - 1, N があれば ON フラグを立て、なければ OFF フラグを立てる）。またスタック情報 8 1 0 - 1, N がカウンタ形式の場合もある。降順のカウンタを用いて拡張タグ 8 2 0 - 1, N のスタック位置を示している（N 段スタックされていれば、先頭の拡張タグ 8 2 0 - 1 のスタック情報 8 1 0 - 1 が N で N 個目の拡張タグ 8 2 0 - N のスタック情報 8 1 0 - N が 1）とすれば、スタック情報 8 1 0 - 1, N が 1 である拡張タグ 8 2 0 - 1, N が拡張タグ情報領域 6 1 3 の区切りとなる。逆に昇順のカウンタを用いて拡張タグ 8 2 0 - 1, N のスタック位置を示している（N 段スタックされていれば、先頭の拡張タグ 8 2 0 - 1 のスタック情報 8 1 0 - 1 が 1 で N 個目の拡張タグ 8 2 0 - N のスタック情報 8 1 0 - N が N）とすれば、スタック情報 8 1 0 - 1, N が 1 である拡張タグ 8 2 0 - 1, N が拡張タグ情報領域 6 1 3 の区切りとなる。

【 0 3 3 7 】

ネットワーク情報長識別子 8 1 1 - 1, N はネットワーク情報識別子 7 1 0 - 1, N とスタック情報 8 1 0 - 1, N とネットワーク情報長識別子 8 1 1 - 1, N とネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N を合算した長さあるいはネットワーク情報領域 7 1 2 - 1, N の長さが格納されている。ただし、ネットワーク情報領

域 7 1 2 は固定長である場合には、ネットワーク情報長識別子 8 1 1 は不要である。

#### 【 0 3 3 8 】

CRC 8 1 2 - 1, N は拡張タグ 8 2 0 - 1, N の CRC 演算結果を格納する領域である。この CRC 8 1 2 - 1, N は省略されてもかまわない。

#### 【 0 3 3 9 】

このように拡張タグを新たに追加することによって、既存イーサネット(R)フレームの送信先 MAC アドレス、送信元 MAC アドレスの配置を変更しないで相互接続を保ったまま、イーサフレームに不足していた情報を付加することができる。

#### 【 0 3 4 0 】

本発明のネットワークにおけるノードの構成要素である各手段の機能については、それをハードウェア的に実現することは勿論として、上記した各手段の機能を実行するフレーム転送プログラム（アプリケーション） 9 5 0 をコンピュータ処理装置のメモリにロードしてコンピュータ処理装置を制御することで実現することができる。このフレーム転送プログラム 9 5 0 は、磁気ディスク、半導体メモリその他の記録媒体に格納され、その記録媒体からコンピュータ処理装置にロードされ、コンピュータ処理装置の動作を制御することにより、上述した各機能を実現する。

#### 【 0 3 4 1 】

以上好ましい実施の形態をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形態に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内において様々に変形して実施することができる。

#### 【 0 3 4 2 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、拡張タグ付きイーサネット(R)フレーム及びそれを処理するノードでは、拡張タグに送信先ノード識別子を格納し、拡張タグを参照してフォワーディングする。従って、送信先ノード識別子は 1 2 ビットであることから、イーサネット(R)の 4 8 ビット MAC アドレスを用いたフォ

ワーディングと比べて1エントリあたりのサイズが縮小することにより、FDBのメモリ量を大幅に削減することができる。

【0343】

また、宛先MACアドレス、VLANが異なるイーサネット(R)フレームであっても送信先ノードが同一であれば、フォワーディング用拡張タグに収容される送信先ノード識別子は同一となるため、FDBのエントリ数を削減できることにより、FDBのメモリ量を削減できる。この両方の理由により、ブリッジのFDBのメモリ量を大幅に削減できる。

【0344】

本発明の拡張タグによるフォワーディングは、従来の48ビットの送信先MACアドレスの完全マッチングによるフォワーディング先検索と比べて参照領域が大幅に削減されるため、検索の簡易化/高速化できることにより、高速フォワーディングが可能という効果もある。

【0345】

さらに、本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームは、既存のノードが参照する送信先MACアドレス、送信元MACアドレスの配置を変更していないため、既存のノードは拡張タグ付きイーサネット(R)フレームを透過することができ、既存ノードとの親和性/接続性がよいという効果も有する。

【0346】

さらに、本発明によれば、出口側エッジノードに接続する複数のホストを出口側エッジノードのノード識別子で代表してフォワーディングすることにより、特に中継ノードのFDBのメモリ量を大幅に削減できると共に、出口側エッジノードでは同一カスタマに所属する複数のホストをカスタマIDでグルーピングして、出力ポートを決定することにより、接続ホストのMACアドレス学習を行なう必要が無いという効果が得られる。

【0347】

さらにまた、階層化ネットワークにおけるフォワーディングによれば、宛先ノード識別子をキーとするタグフォワーディングを行なっているため、エッジノードに接続するホスト数分のMACアドレスエントリを縮退でき、FDBのメモリ量

は大幅に削減されるというメモリ削減効果に加えて、先頭フォーディングタグのみを参照しており、フォーディング時の参照アドレス領域は変わらないため、スイッチング速度に関してネットワーク規模に対するスケーラビリティを有する。また F D B のエントリ数も大幅に削減できるため、F D B のメモリ量についてもネットワーク規模に対するスケーラビリティを有するといった効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 従来の V L A N タグ付きイーサネット (R) フレームの構成例を示す図である。

【図 2】 本発明の拡張タグ付きイーサネット (R) フレームの構成例を示す図である。

【図 3】 本発明の拡張タグ付きイーサネット (R) フレームの他の構成例を示す図である。

【図 4】 本発明の拡張タグ格納領域の構成例を示す図である。

【図 5】 本発明の拡張タグ格納領域の構成例を示す図である。

【図 6】 本発明の拡張タグの構成例を示す図である。

【図 7】 本発明の拡張タグ識別領域の構成例を示す図である。

【図 8】 従来の V L A N タグの構成例を示す図である。

【図 9】 本発明の拡張タグ情報領域の構成例を示す図である。

【図 1 0】 本発明の第 1 の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット (R) フレームを生成及び転送するノードの構成図である。

【図 1 1】 本発明の第 2 の実施の形態による拡張タグ付きイーサネット (R) フレームを生成及び転送するノードの構成図である。

【図 1 2】 本発明の拡張タグ生成回路の構成図である。

【図 1 3】 本発明のフレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブルの構成図である。

【図 1 4】 本発明の拡張タグ削除回路の構成図である。

【図 1 5】 本発明の拡張タグ処理回路の構成図である。

【図 1 6】 本発明の拡張タグ情報テーブルの構成図である。

- 【図 1 7】 本発明の拡張タグフレームスイッチの構成図である。
- 【図 1 8】 本発明の拡張タグフォワーディング器の構成図である。
- 【図 1 9】 本発明の拡張タグ経路探索器の構成図である。
- 【図 2 0】 本発明の他の拡張タグフォワーディング器の構成図である。
- 【図 2 1】 本発明のフォワード／ネットワーク情報テーブルの構成図である。
- 【図 2 2】 従来のフォワーディング方法を説明する図である。
- 【図 2 3】 本発明のフォワーディング方法を説明する図である。
- 【図 2 4】 本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの構成図である。
- 【図 2 5】 本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの構成図である。
- 【図 2 6】 本発明の他の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの構成図である。
- 【図 2 7】 本発明の他の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの構成図である。
- 【図 2 8】 本発明の拡張タグの構成図である。
- 【図 2 9】 本発明の拡張タグ情報領域の構成図である。
- 【図 3 0】 本発明の他の拡張タグ情報領域の構成図である。
- 【図 3 1】 従来の標準的なイーサネット(R)フレームの構成を示す図である。
- 【図 3 2】 従来のイーサネット(R)フレームの転送を行うノードの構成を示す図である。
- 【図 3 3】 ネットワークの入口側のエッジノードにおける本発明によるフォワーディング処理の内容を説明するフローチャートである。
- 【図 3 4】 ネットワークの中継ノードにおける本発明によるフォワーディング処理の内容を説明するフローチャートである。
- 【図 3 5】 ネットワークの出口側のエッジノードにおける本発明によるフォワーディング処理の内容を説明するフローチャートである。



【図 3 6】本発明のカスタマ分離タグを用いた場合のフォワーディング方法を説明する図である。

【図 3 7】本発明のカスタマ分離タグを用いたフォワーディング方法における入口側エッジノードのフローチャートである。

【図 3 8】本発明のカスタマ分離タグを用いたフォワーディング方法における出口側エッジノードのフローチャートである。

【図 3 9】本発明の階層化ネットワークを示す図である。

【図 4 0】本発明の他の階層化ネットワークを示す図である。

【図 4 1】本発明の階層化ネットワークにおけるフレームフォーマットを示す図である。

【図 4 2】本発明の階層化ネットワークにおけるフォワーディングタグの構成図である。

【図 4 3】本発明の階層化ネットワークにおけるフォワーディング方法を説明する図である。

【図 4 4】本発明の他の階層化ネットワークにおけるフォワーディング方法を説明する図である。

【図 4 5】本発明の階層化ネットワークにおける入口側エッジノードのフォワーディング処理に関するフローチャートである。

【図 4 6】本発明の階層化ネットワークにおける中継ノードのフォワーディング処理に関するフローチャートである。

【図 4 7】本発明の階層化ネットワークにおける出口側エッジノードのフォワーディング処理に関するフローチャートである。

【図 4 8】本発明の階層化ネットワークにおけるノード構成図である。

【図 4 9】本発明の 3 段以上の階層化ネットワークにおけるフレームフォーマットを示す図である。

【符号の説明】

1 0 0	イーサネット(R)フレーム
1 0 1、2 2 0 1	送信先MACアドレス
1 0 2、2 2 0 2	送信元MACアドレス

103 ネットワーク分離識別子  
 104、2204 イーサ属性識別子  
 105、2205 ペイロード  
 106、2206 FCS  
 200 ノード  
 201-in、202-in、203-in、901-in、902-in  
 、903-in 入力ポート  
 201-out、202-out、203-out、901-out、90  
 2-out、903-out 出力ポート  
 210 ラーニングモジュール  
 220 FDB  
 230 MACスイッチ  
 300、400、2300、2400 拡張タグ付きイーサネット(R)フ  
 レーム  
 500 拡張タグ付きフレーム  
 310、2301 拡張タグ格納領域  
 501、501-1、501-2 フレーム/パケット  
 610 拡張タグ識別子  
 611 拡張タグ情報長識別子  
 612 拡張タグ構成識別子  
 613 拡張タグ情報領域  
 614、713-1、713-N、812-1、812-N CRC  
 620-1、620-N、820-1、820-N 拡張タグ  
 710-1、710-N ネットワーク情報識別子  
 711-1、711-N、811-1、811-N ネットワーク情報長  
 識別子  
 712-1、712-N ネットワーク情報領域  
 810-1、810-N スタック情報  
 900、1000 ノード

9 1 0、1 0 1 0	拡張タグ生成回路
9 2 0、9 2 1、9 2 2、1 0 2 0、1 0 2 1、1 0 2 2	拡張タグ処理回路
9 3 0	拡張タグフレームスイッチ
9 4 0、1 0 4 0	拡張タグ削除回路
1 1 1 0	フレーム属性抽出器
1 1 2 0	拡張タグ生成器
1 1 3 0、1 3 2 0	フレーム変換器
1 1 4 0、1 3 3 0、1 4 4 0、2 0 4 0	F C S 計算器
1 2 1 0	フレーム属性情報／ネットワーク情報対応テーブル
1 2 1 1	フレーム属性情報
1 2 1 2、1 2 1 2 - 1、1 2 1 2 - 2、1 2 1 2 - N	ネットワーク情報
1 2 2 0	拡張タグ生成部
1 3 1 0、1 4 1 0	拡張タグ分離器
1 4 2 0	拡張タグ処理器
1 4 3 0	拡張タグフレーム構成器
1 5 1 0	拡張タグ情報テーブル
1 5 1 1	入力ネットワーク情報
1 5 1 2、2 1 1 3	収集情報
1 5 1 3、2 1 1 4	ネットワーク処理情報
1 5 2 0	拡張タグ再構成器
1 6 1 0、1 6 1 1、1 6 1 2	拡張タグフォワーディング器
1 6 2 0	パケットスイッチ
1 7 1 0、2 0 1 0	拡張タグ抽出器
1 7 2 0	拡張タグ経路探索器
1 8 1 0	フォワーディングテーブル
1 8 1 1、2 1 1 1	入力フォワーディング情報
1 8 1 2、2 1 1 2	出力ポート情報

1820 フォワーディング経路探索部  
 2020 拡張タグフォワーディング処理器  
 2030 拡張タグフレーム構成器  
 2110 フォワード／ネットワーク情報テーブル  
 2111 入力フォワーディング情報  
 2120 フォワーディング処理部  
 2203 VLANタグ  
 2500 フォワーディングタグ  
 2601 拡張タグ識別領域  
 2602 拡張タグ情報領域  
 2700 フォワーディングタグ表示ビット  
 2701 領域終点表示ビット  
 2702 予約ビット  
 2703 VLANタグ／拡張タグ表示ビット  
 2704 タグ識別表示領域  
 2705 レーム制御情報格納領域  
 2800 TCI  
 2801 TPID  
 2901 アドレスタイプ領域  
 2902 アドレス領域

200-1、200-2、200-3、200-4、200-5、200-  
 6、200-7、900-1、900-2、900-3、900-4、900-  
 5、900-6、900-7、3810、3811、3812、3813、38  
 14、3815、3816、3817、3818、3819、3820、382  
 1 ノード

X、A、B、C、D ホスト

3001、3002、3003、3004、4201 FDB

3101、3501、4200 アドレス解決テーブル

3102、3102、3103、3104、3105、3506、4210

、4211、4213、4214、4215、4220、4221、4310、  
4311、4313、4314、4315、4320、4321 拡張タグ対  
応FDB

3800、3900 階層化ネットワーク

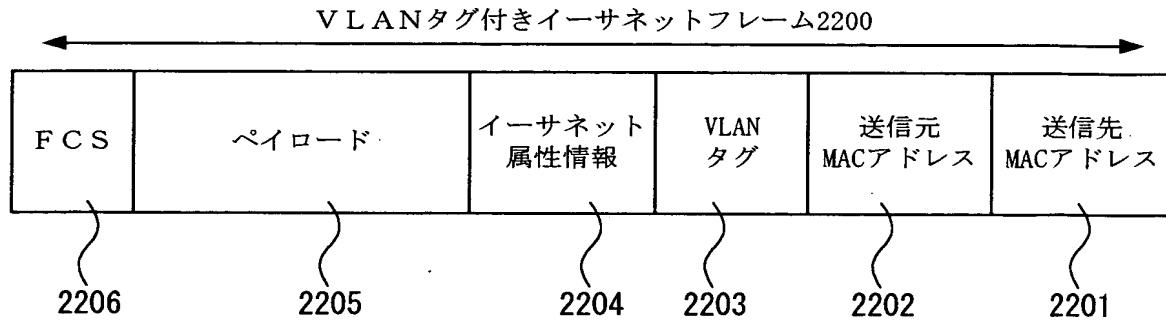
3801 第一階層ネットワーク

3802、3902 第二階層ネットワーク

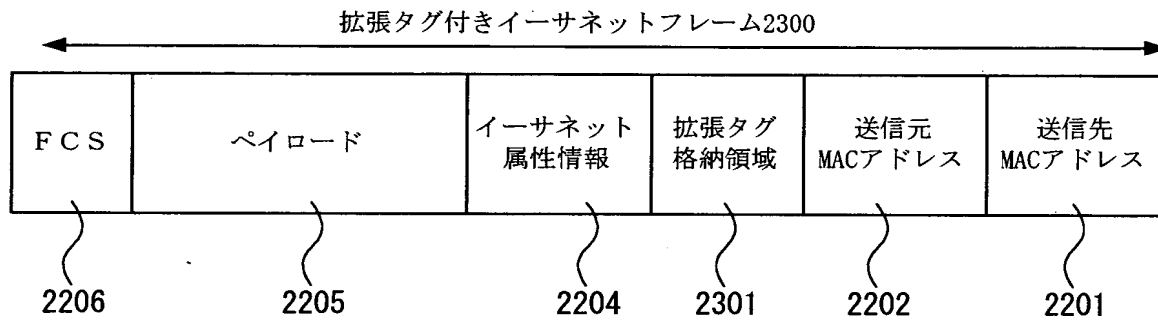
3830、3831、3832、3833、3930、3931、3932  
、3933 ドメイン

【書類名】 図面

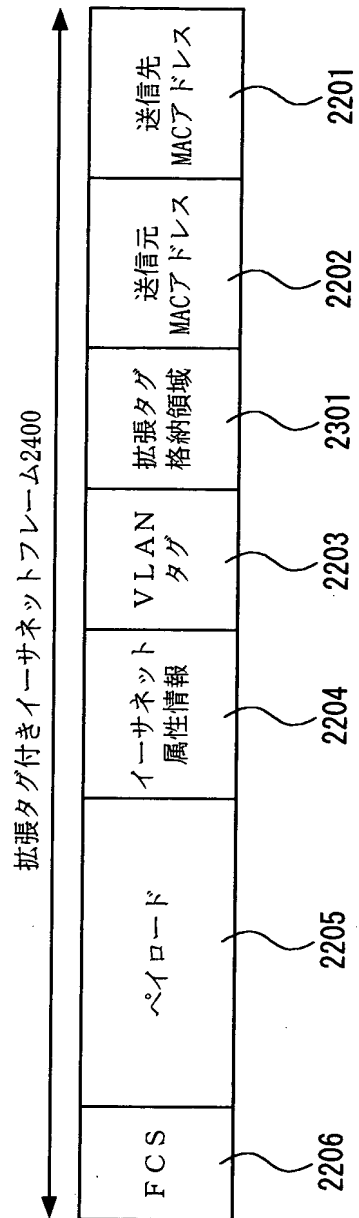
【図 1】



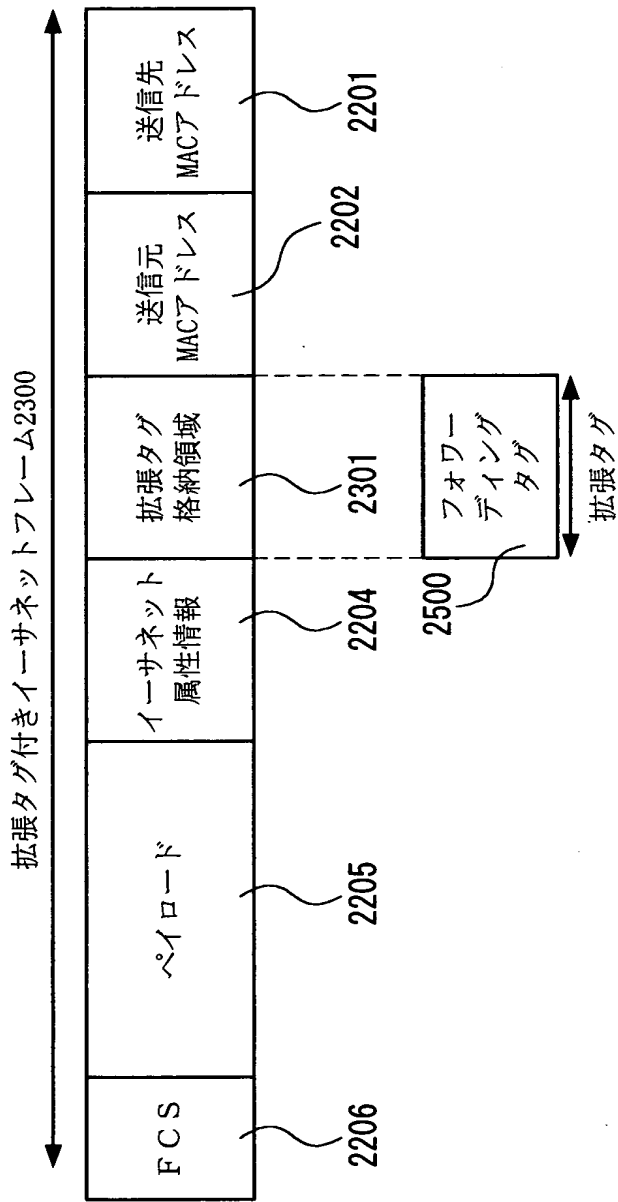
【図 2】



【図 3】

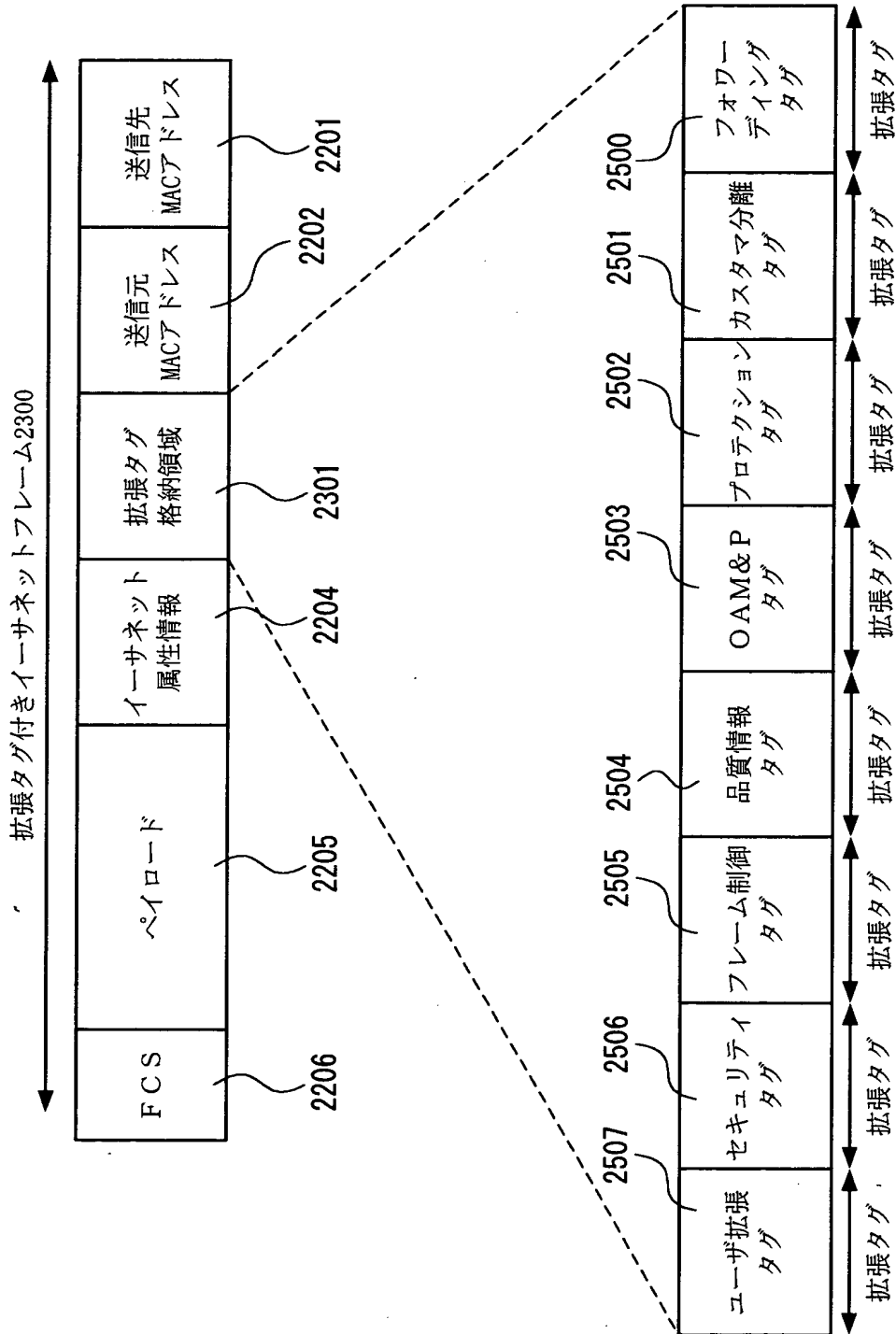


【図 4】

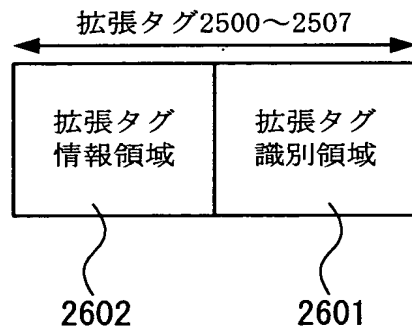




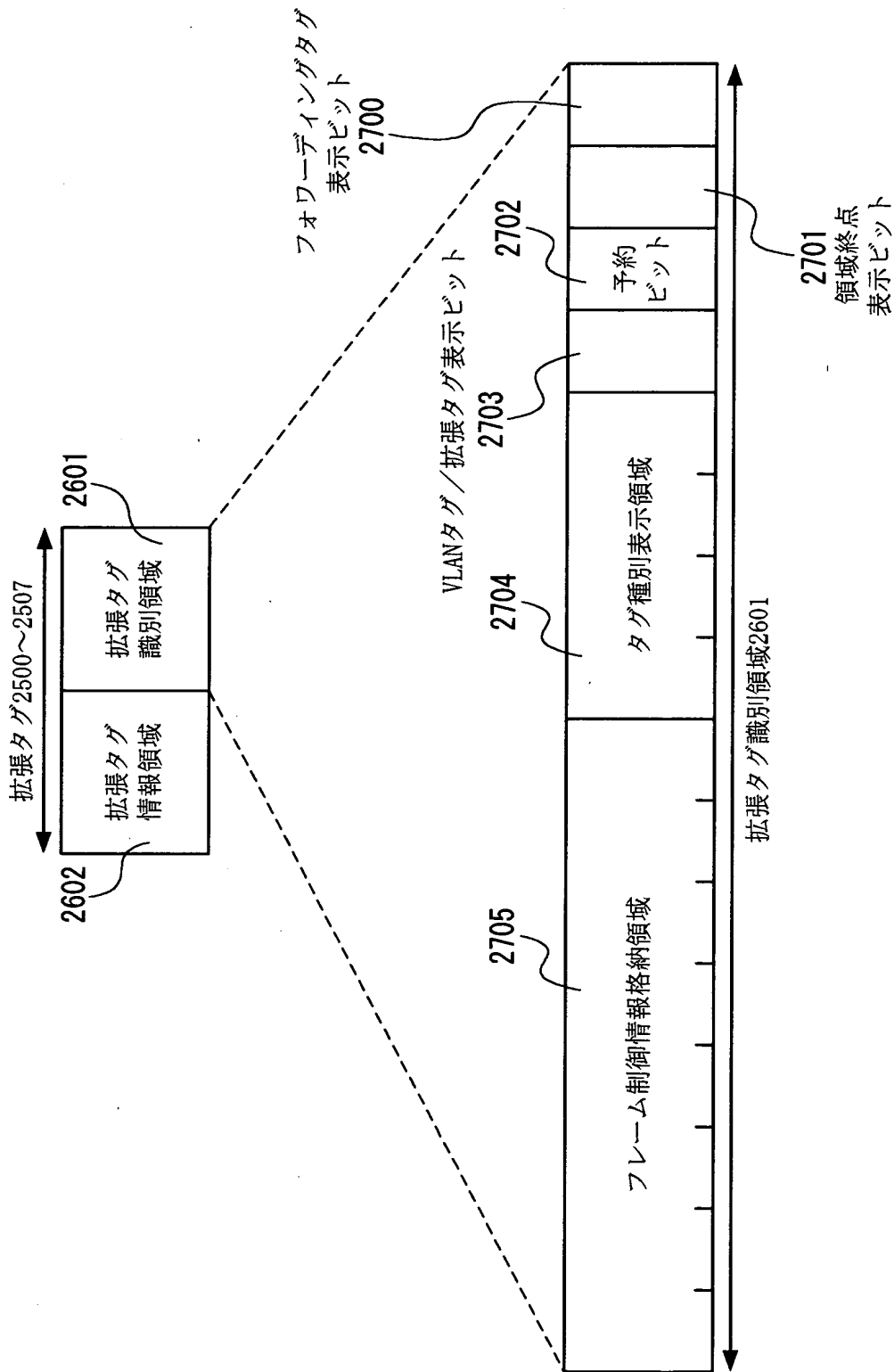
【図5】



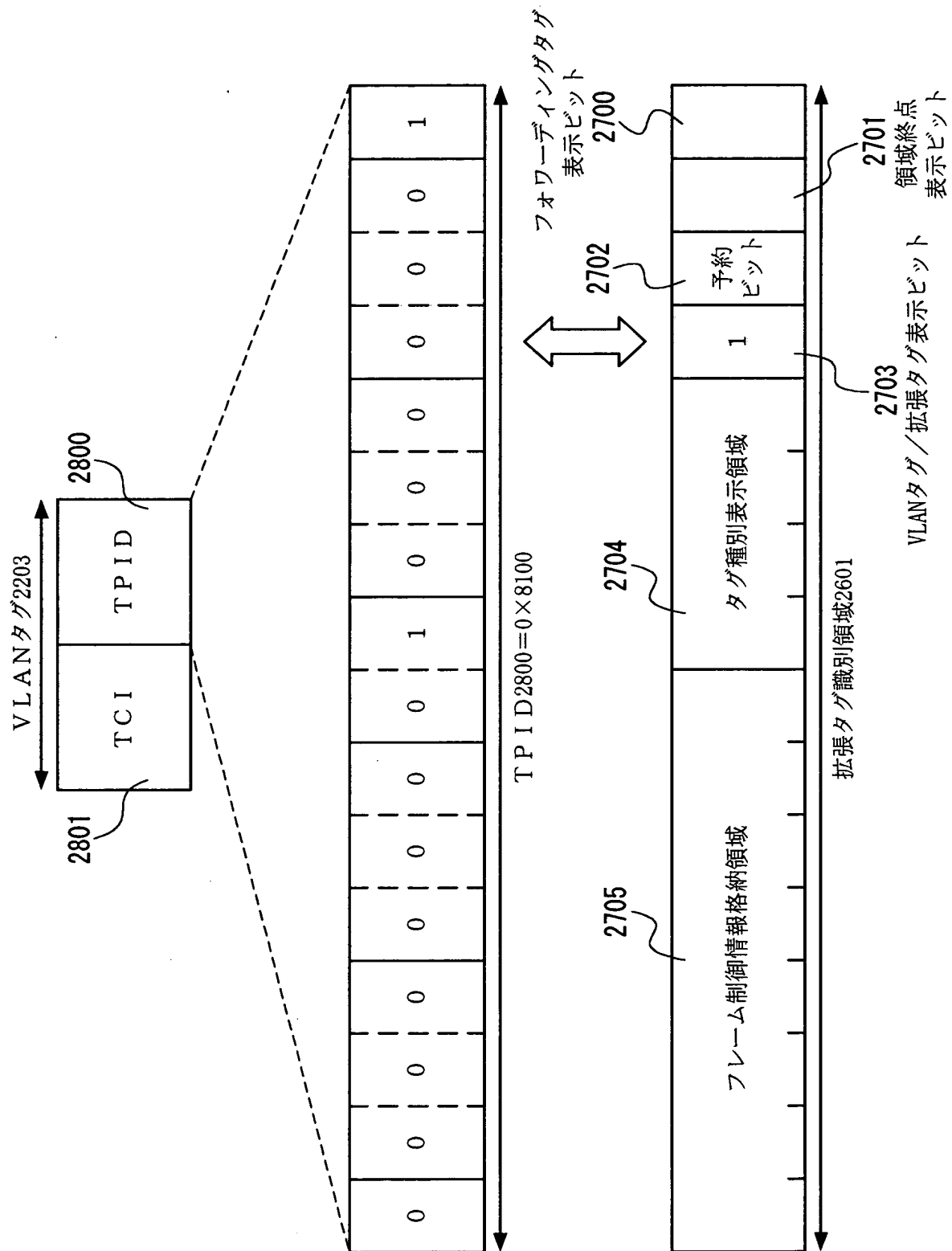
【図 6】



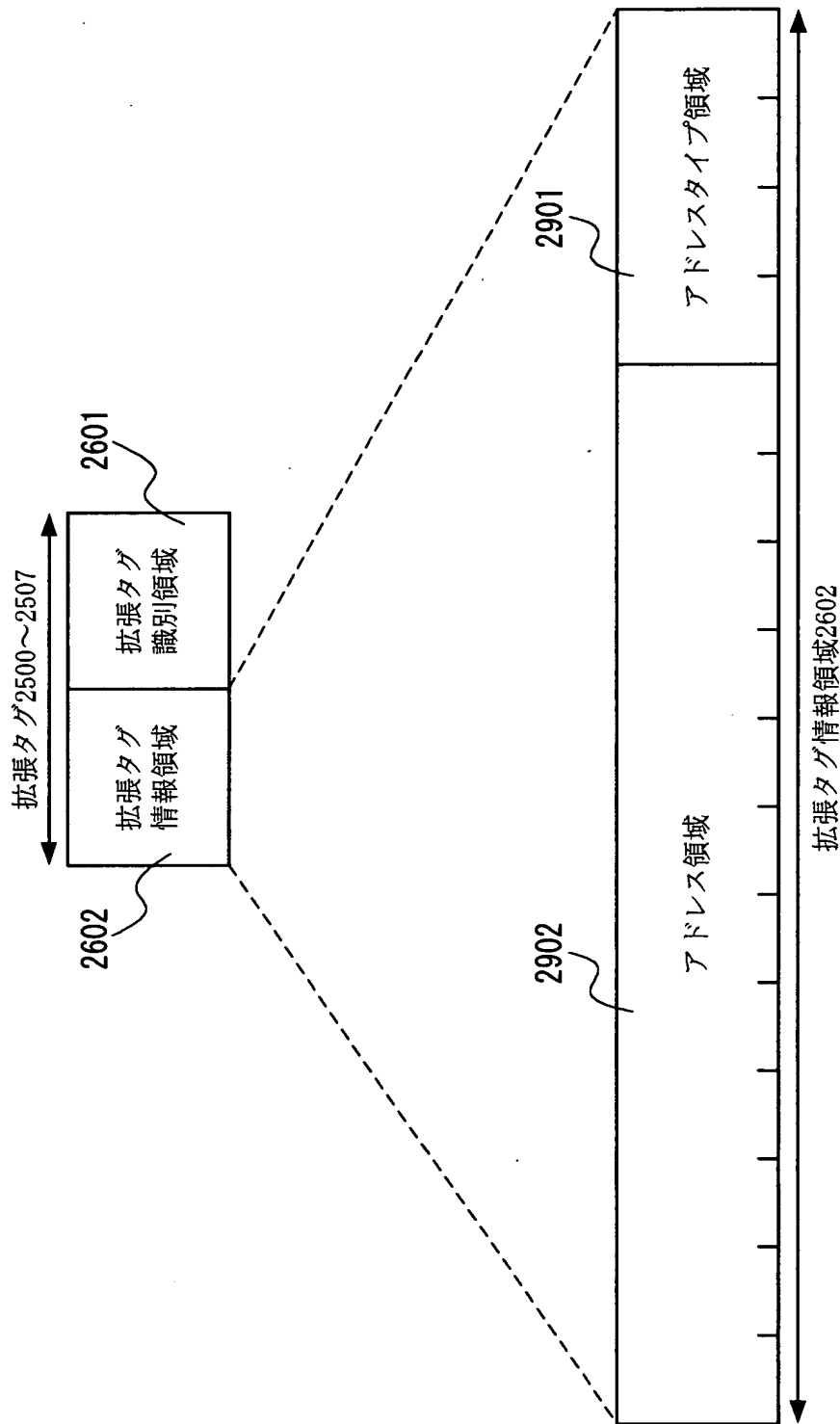
【図 7】



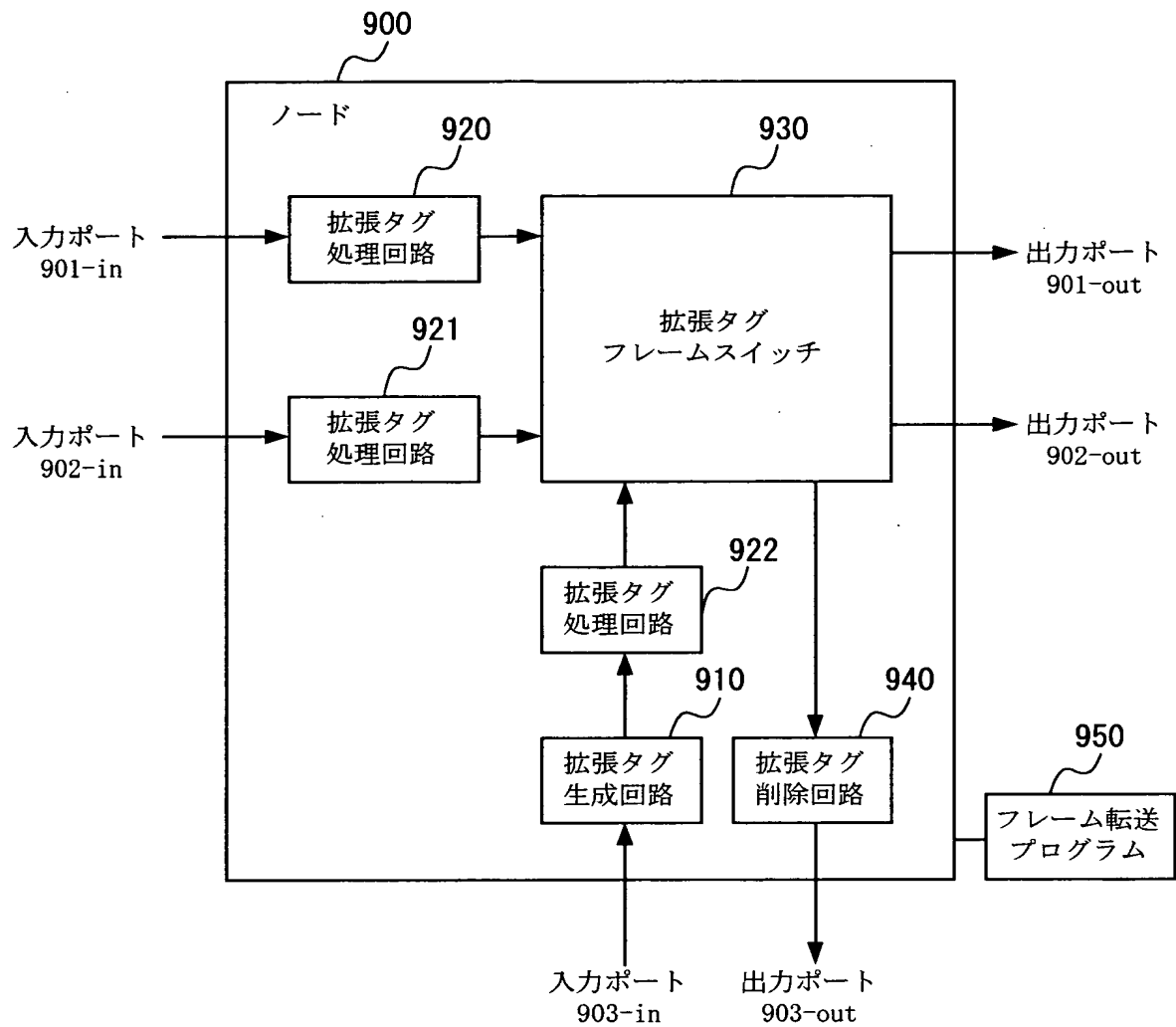
【图 8】



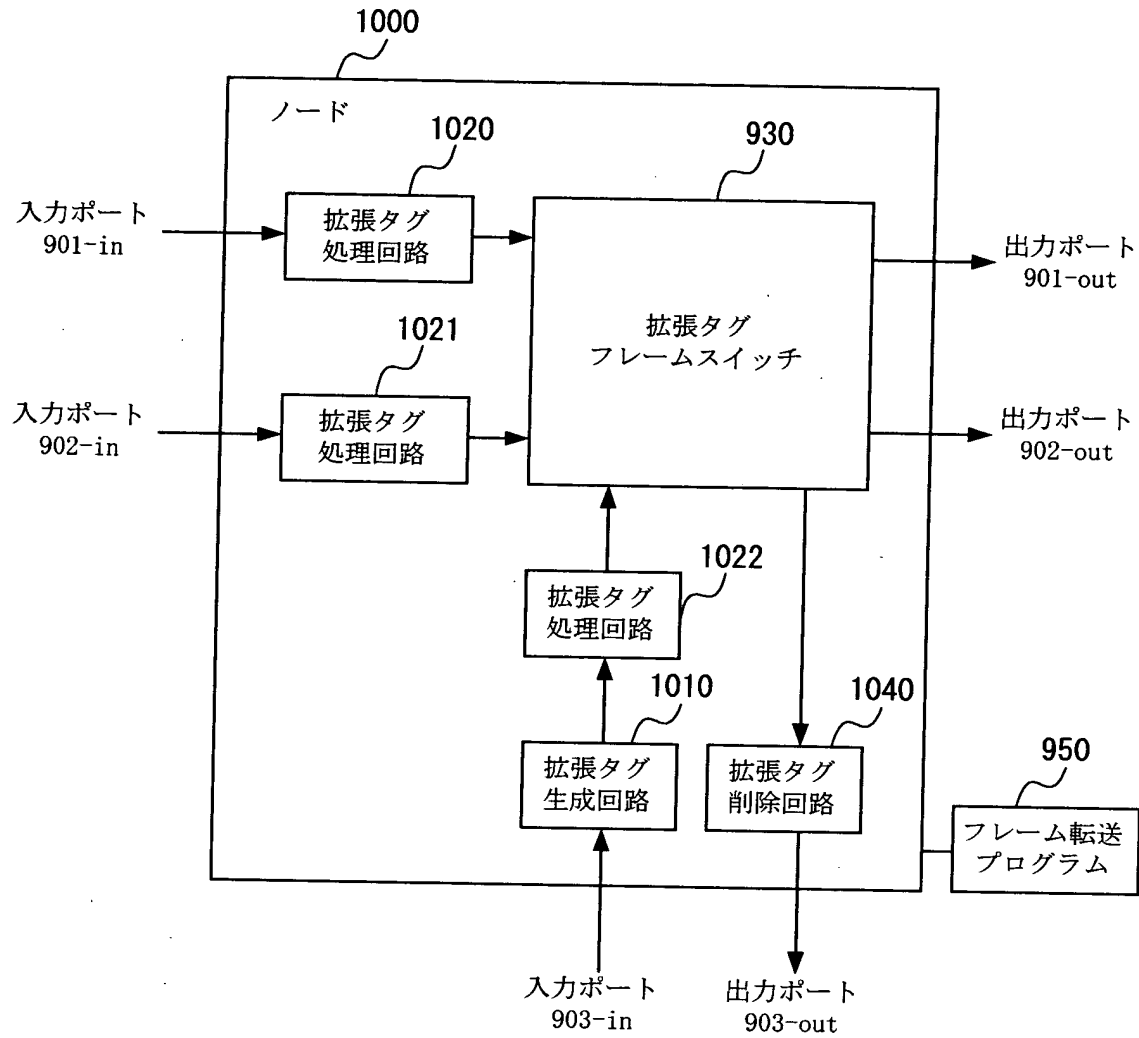
【図 9】



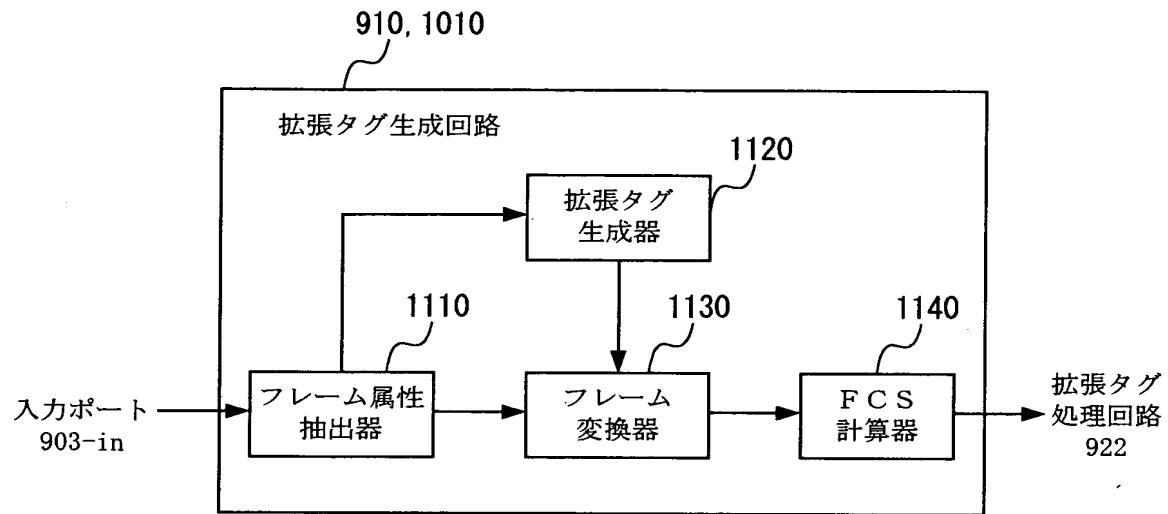
【図 1 0】



【図 11】

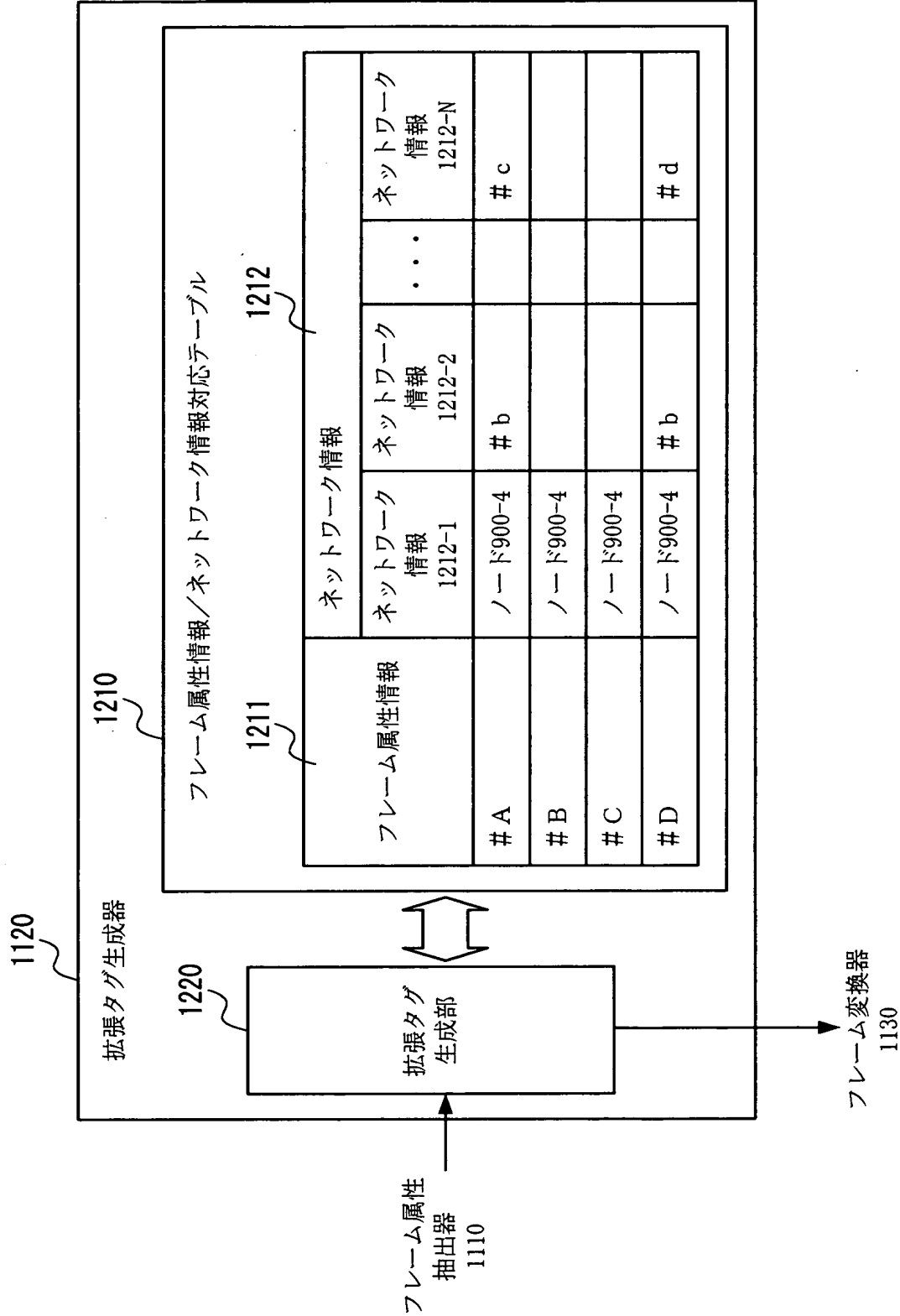


【図 1 2】

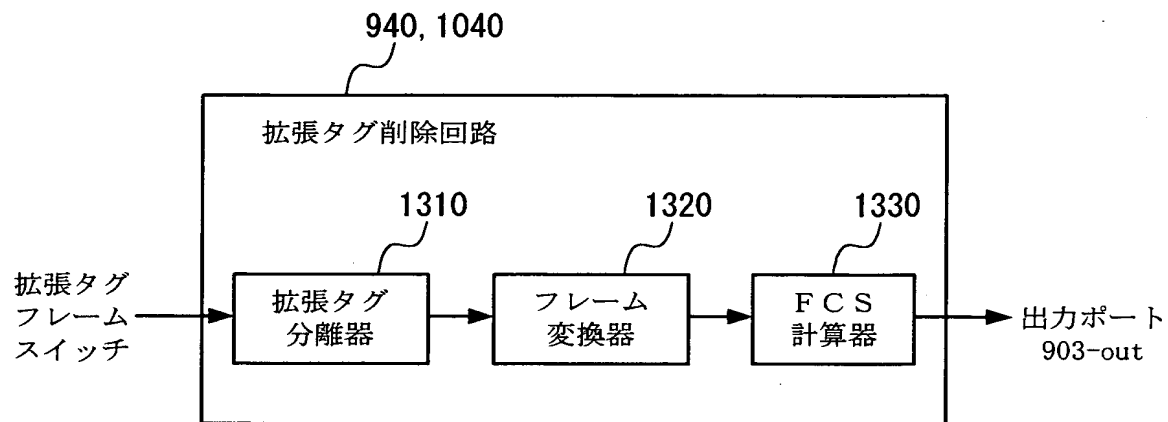




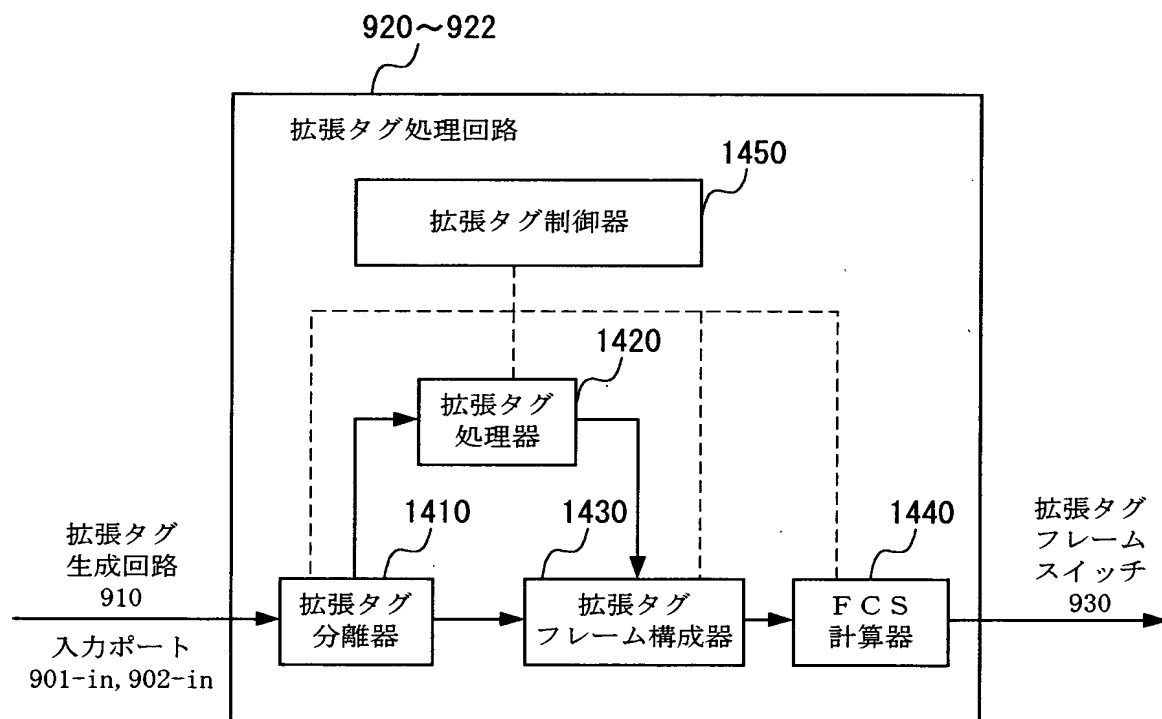
【図 1 3】



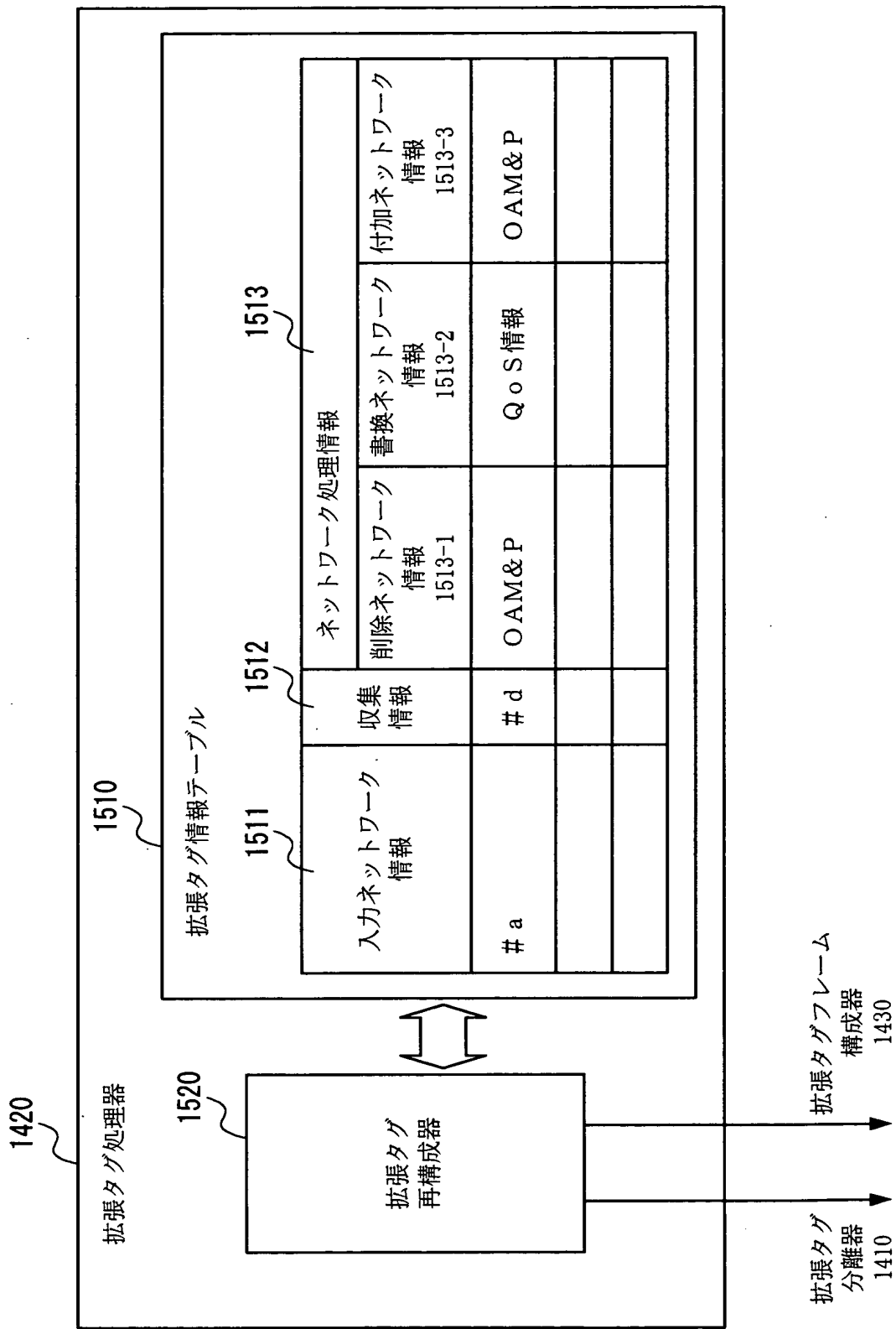
【図 1 4】



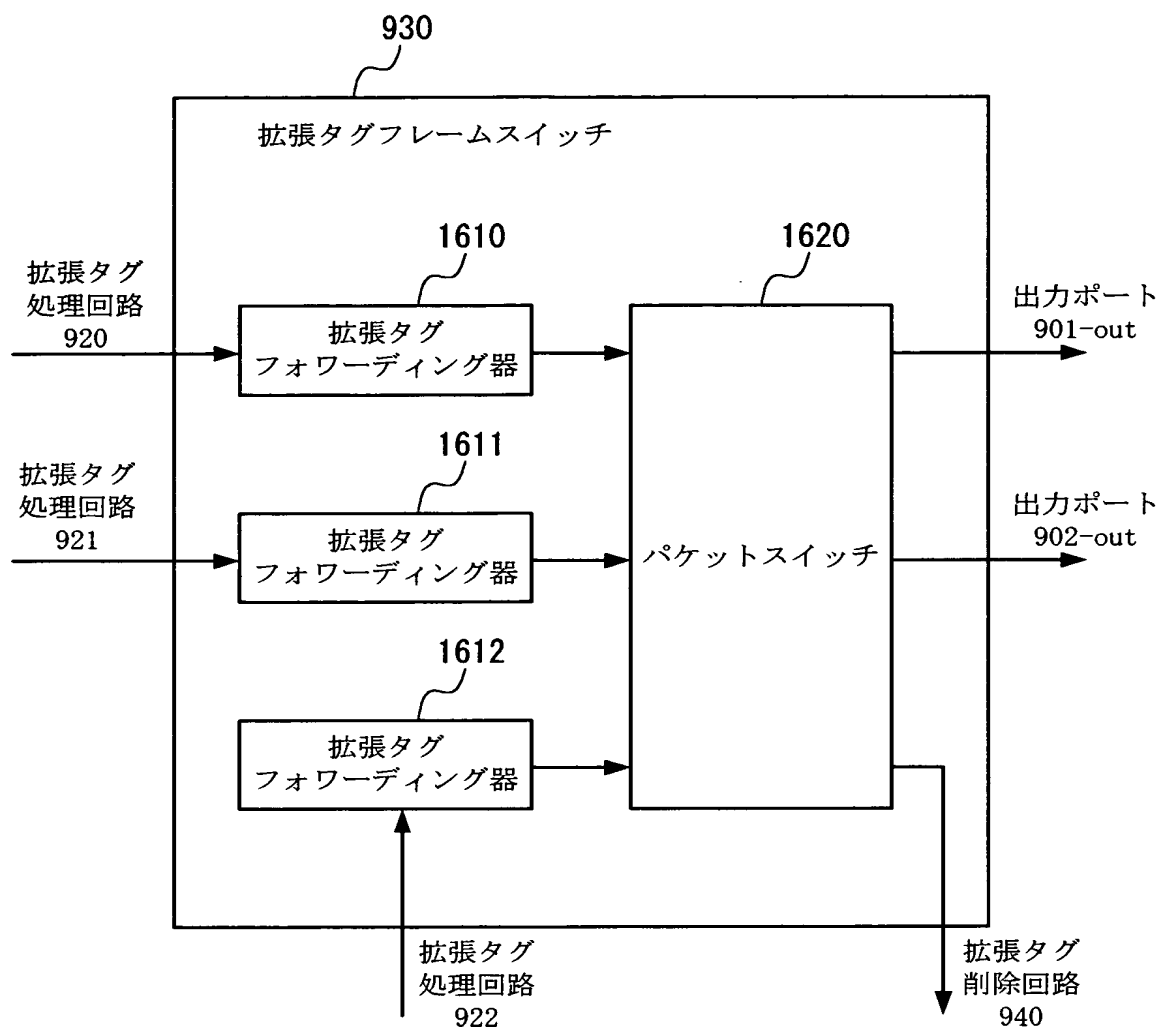
【図 1 5】



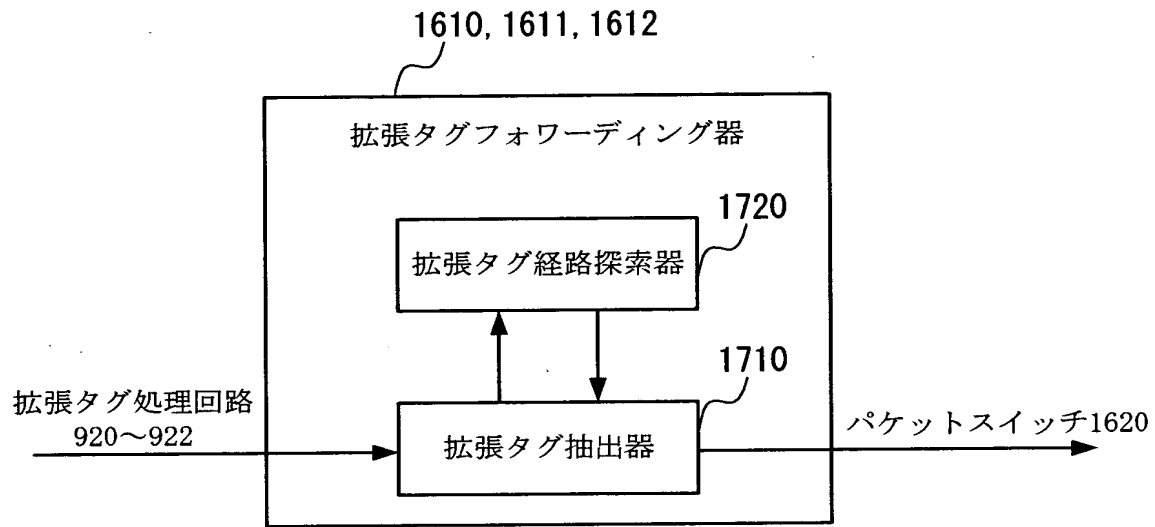
【図 1 6】



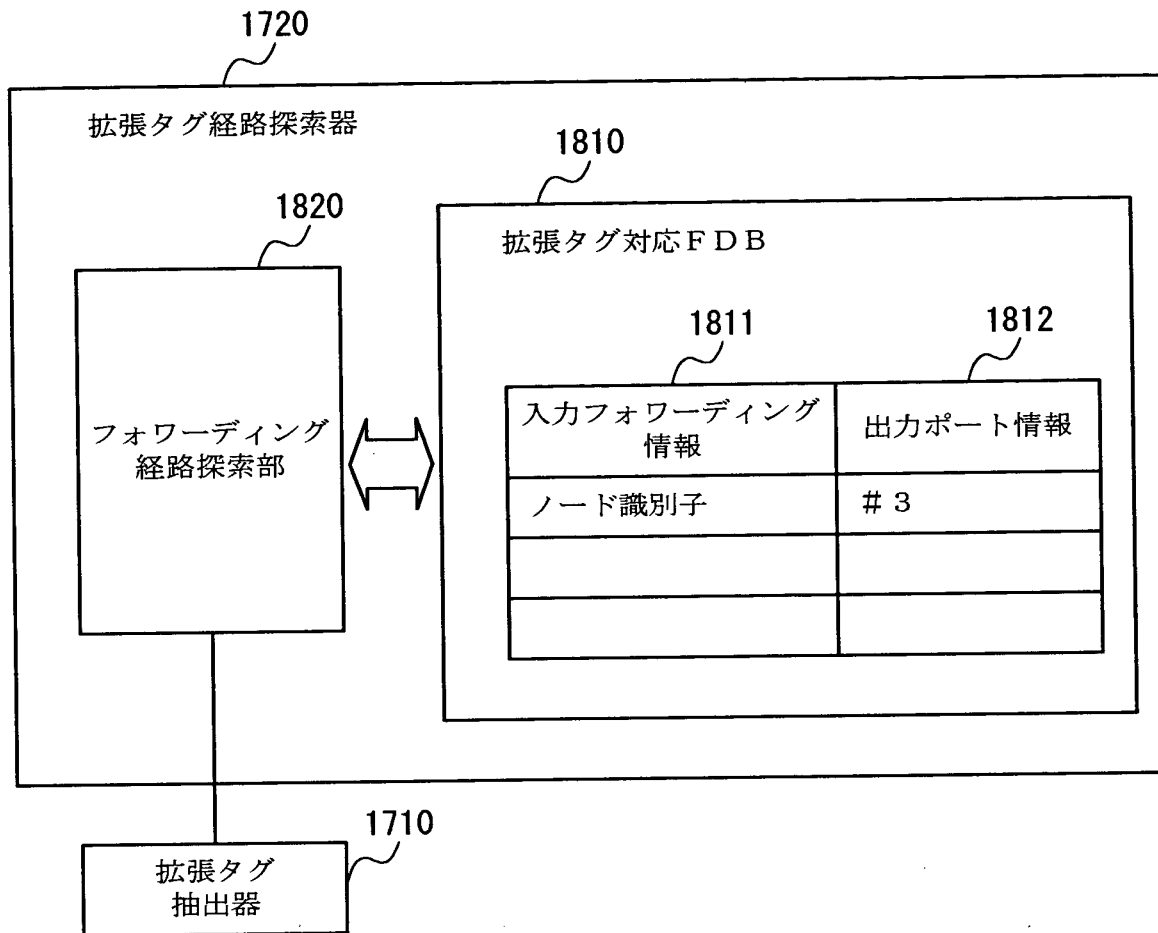
【図 1 7】



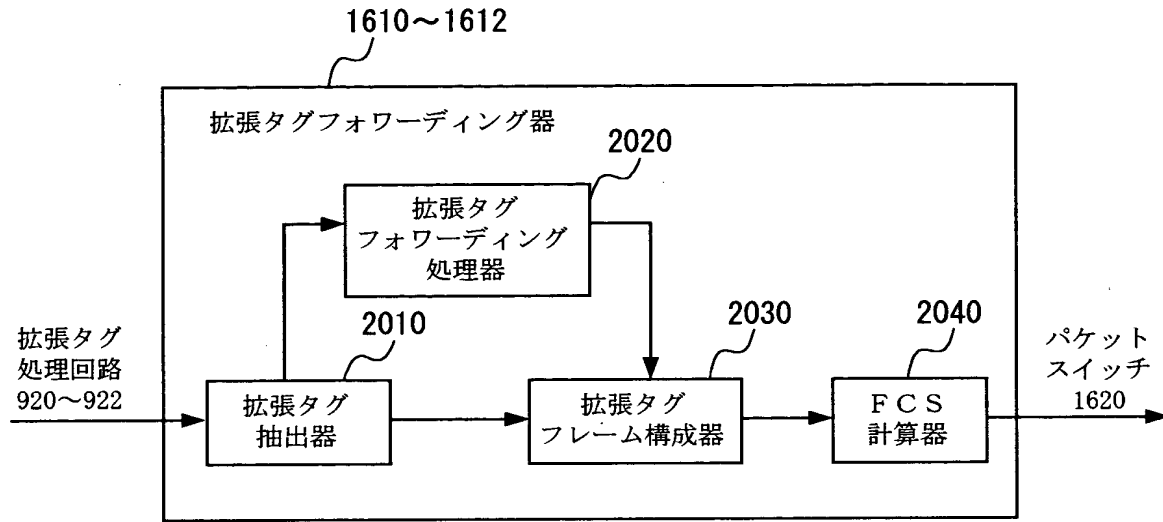
【図 1 8】



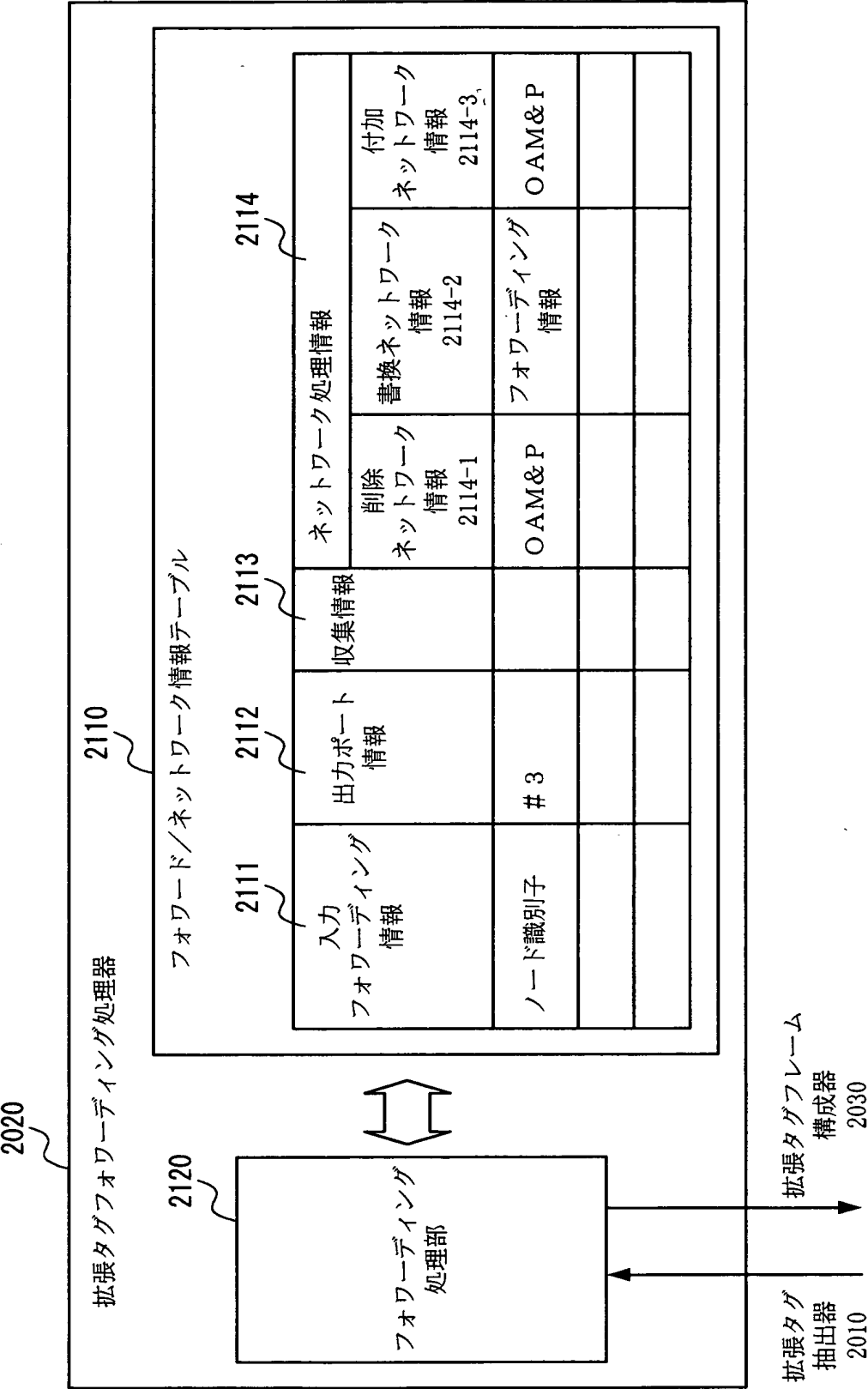
【図 1 9】



【図 2 0】

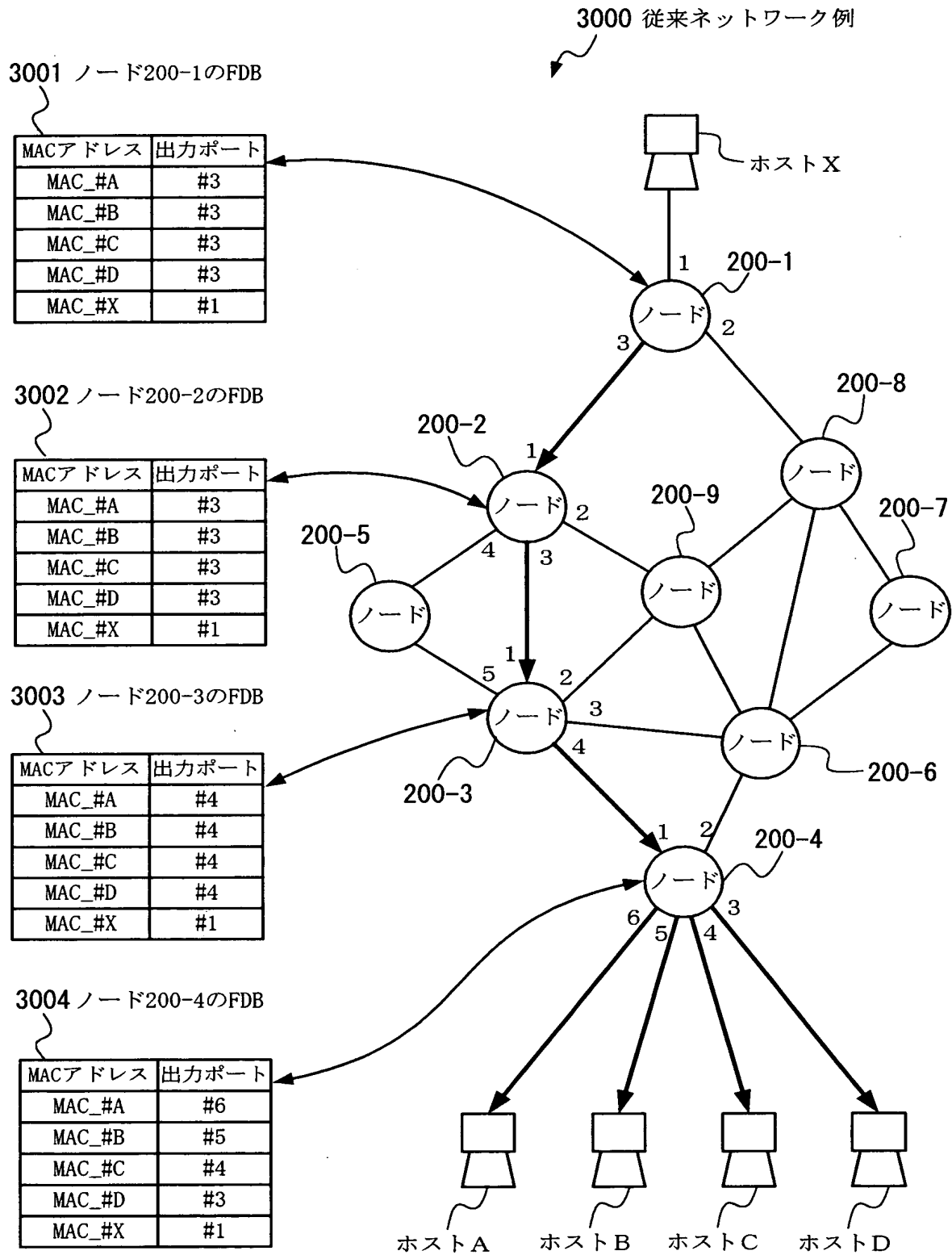


【図 2 1】

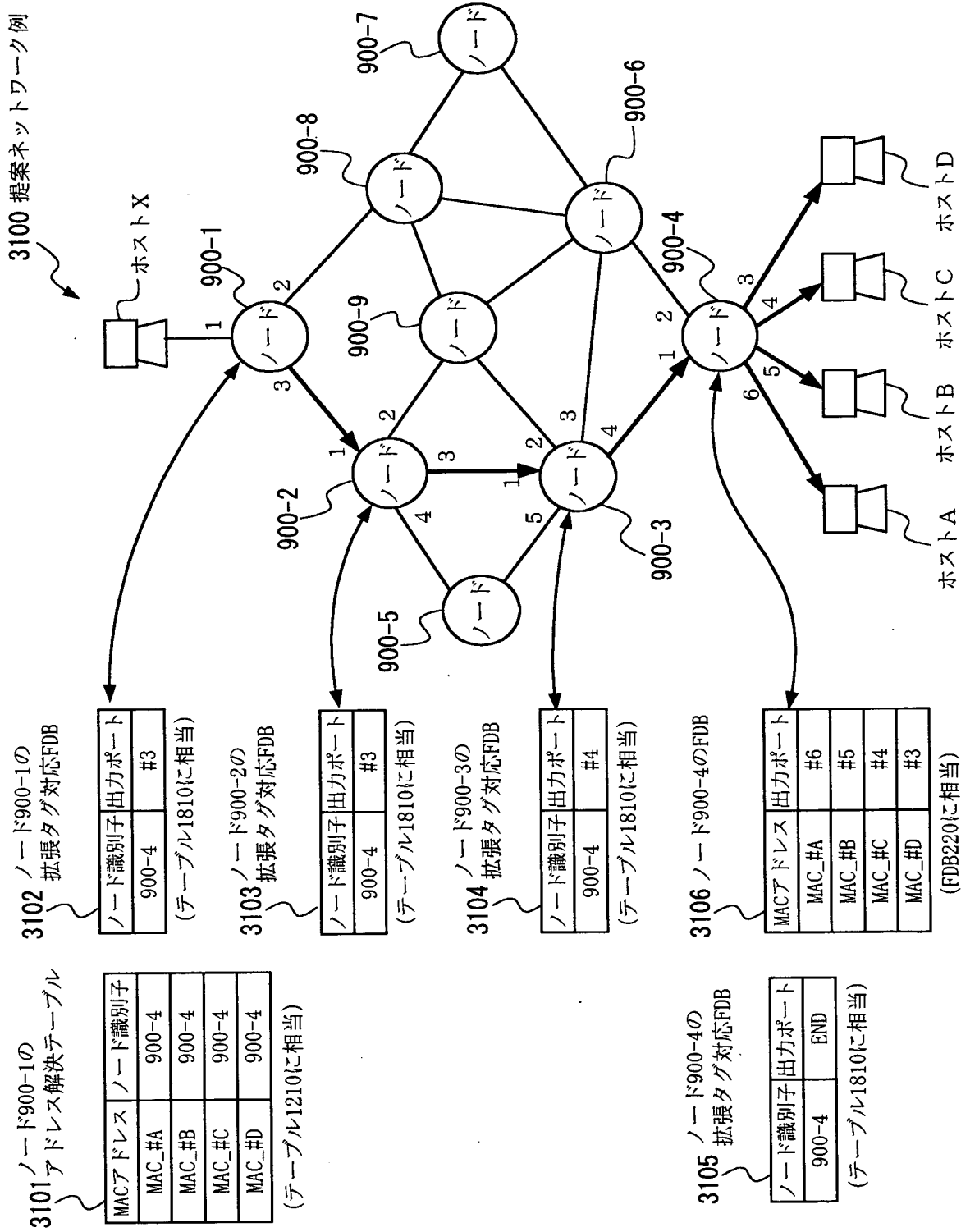




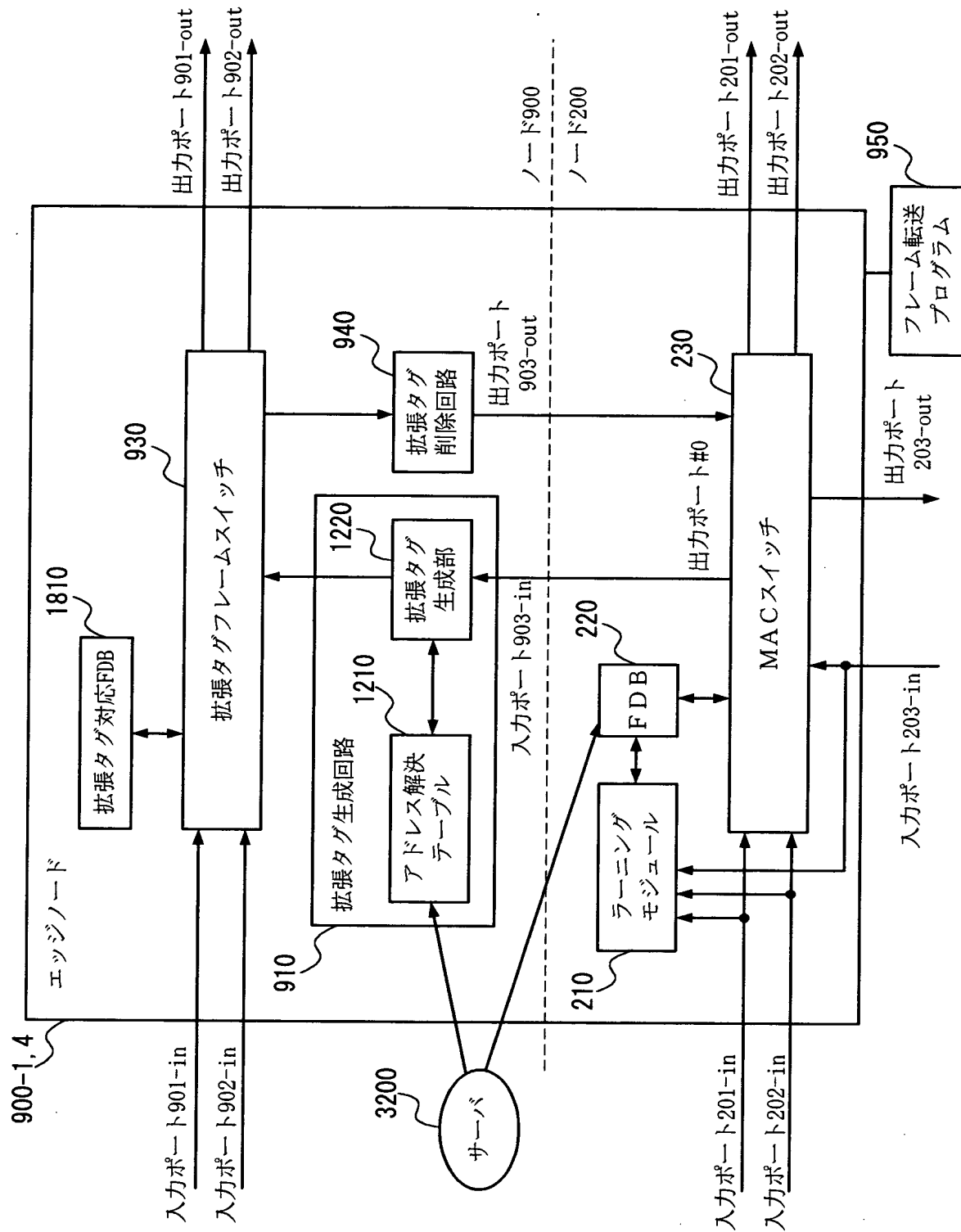
【図 2 2】



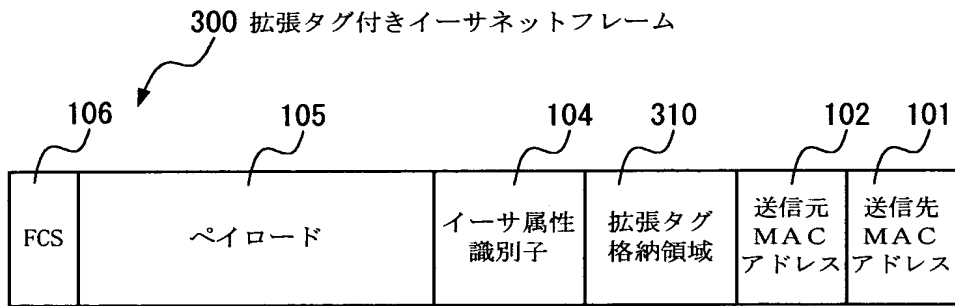
【図 23】



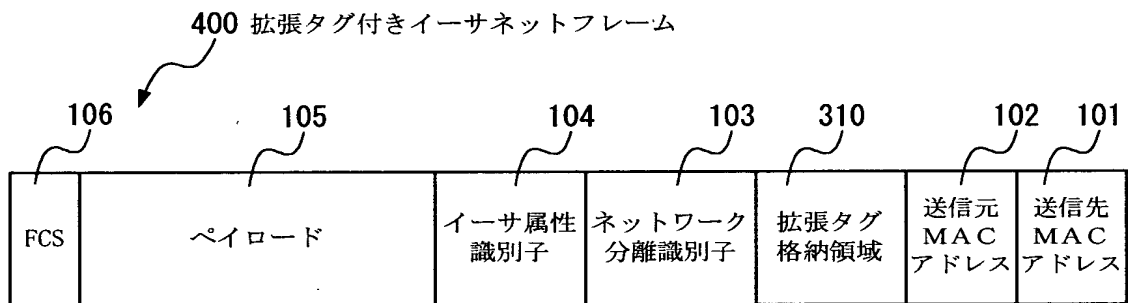
【図 24】



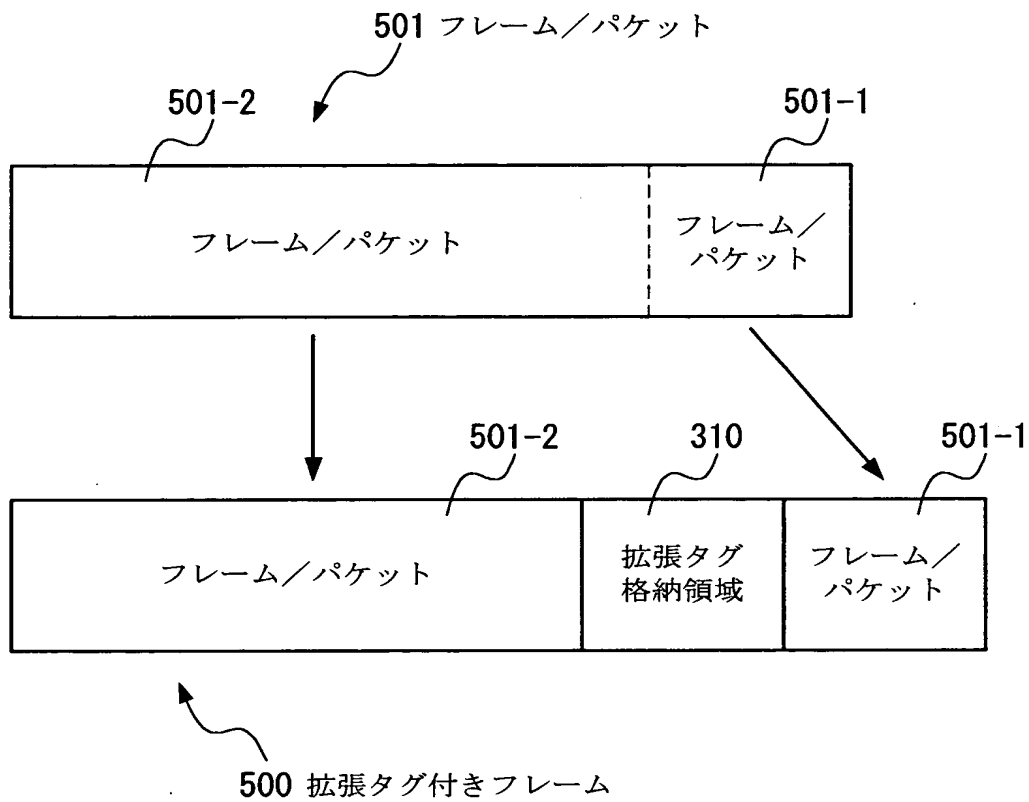
【図 2 5】



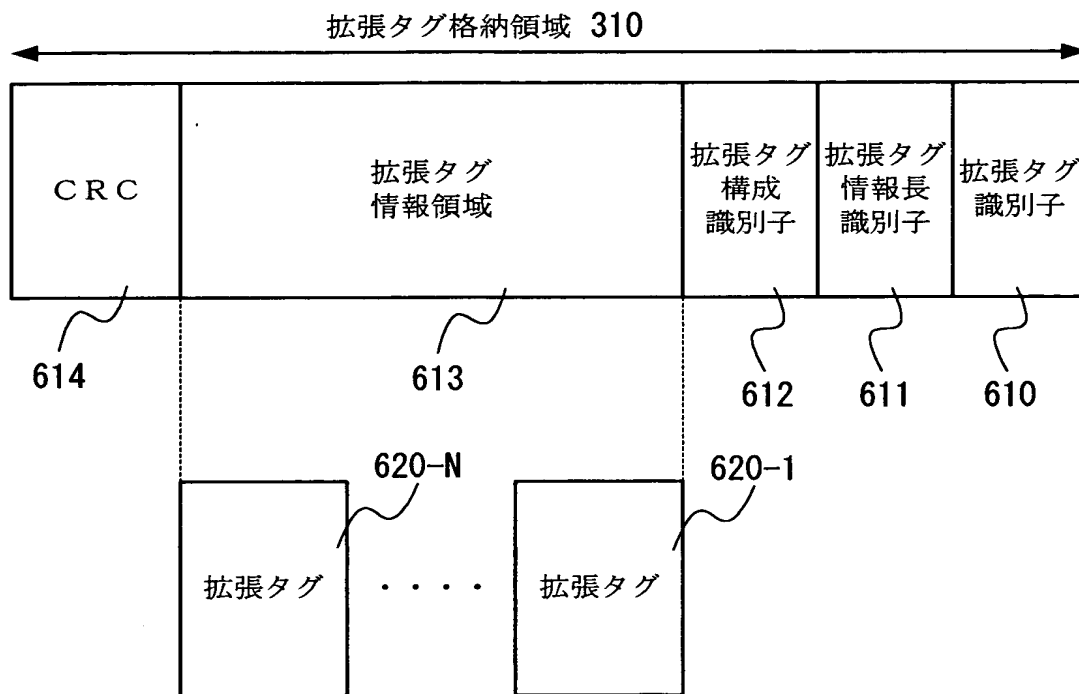
【図 2 6】



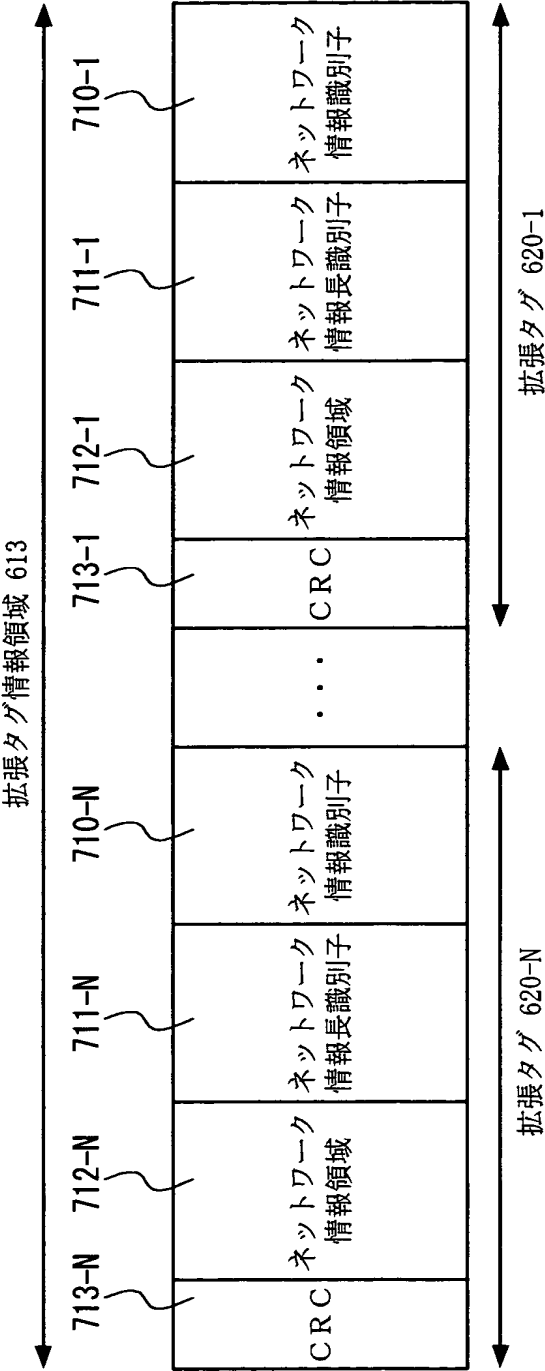
【図 2 7】



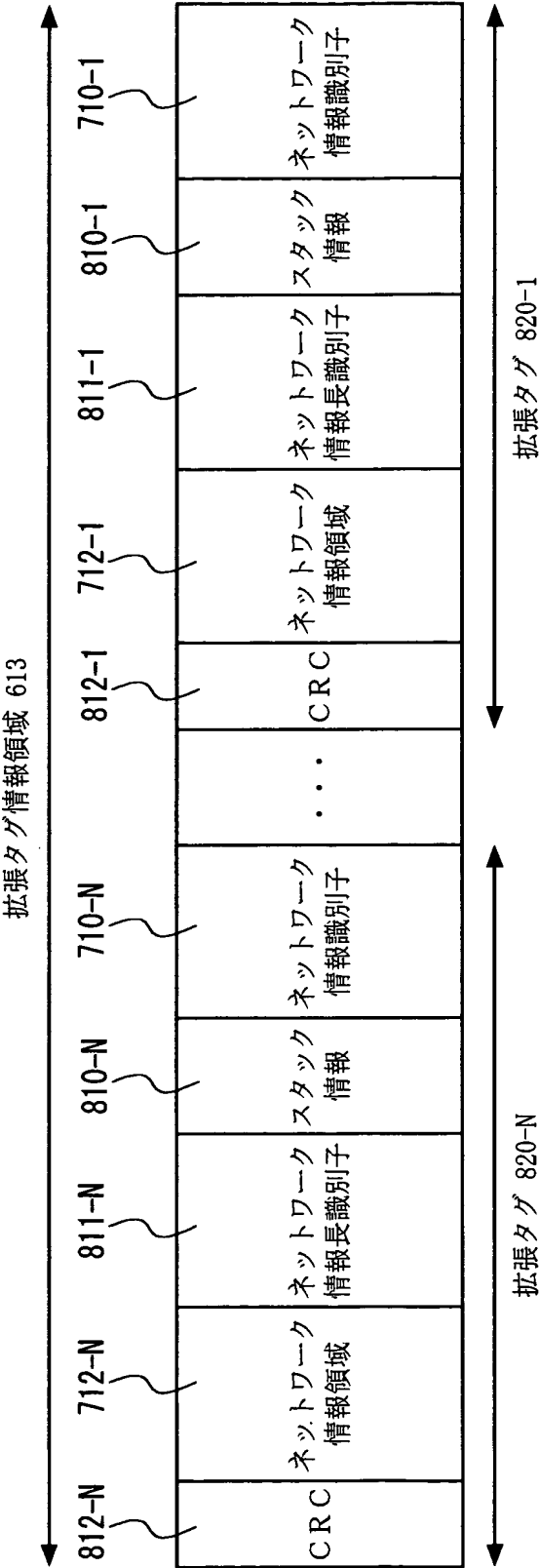
【図 2 8】



【図 2 9】

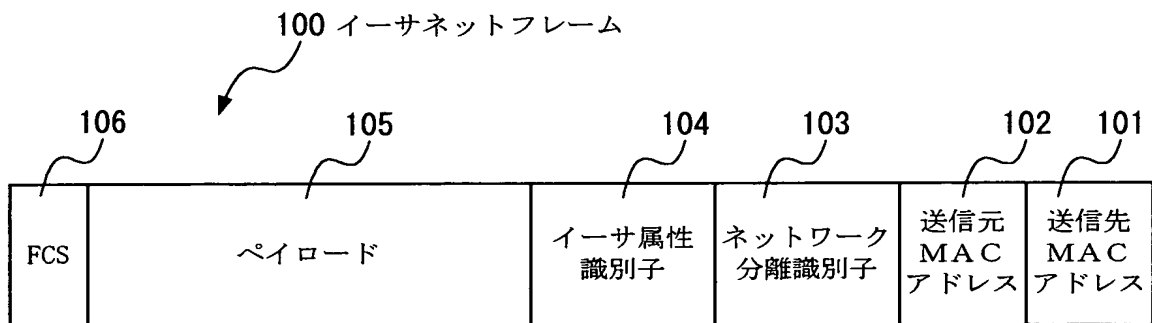


【図 3 0】

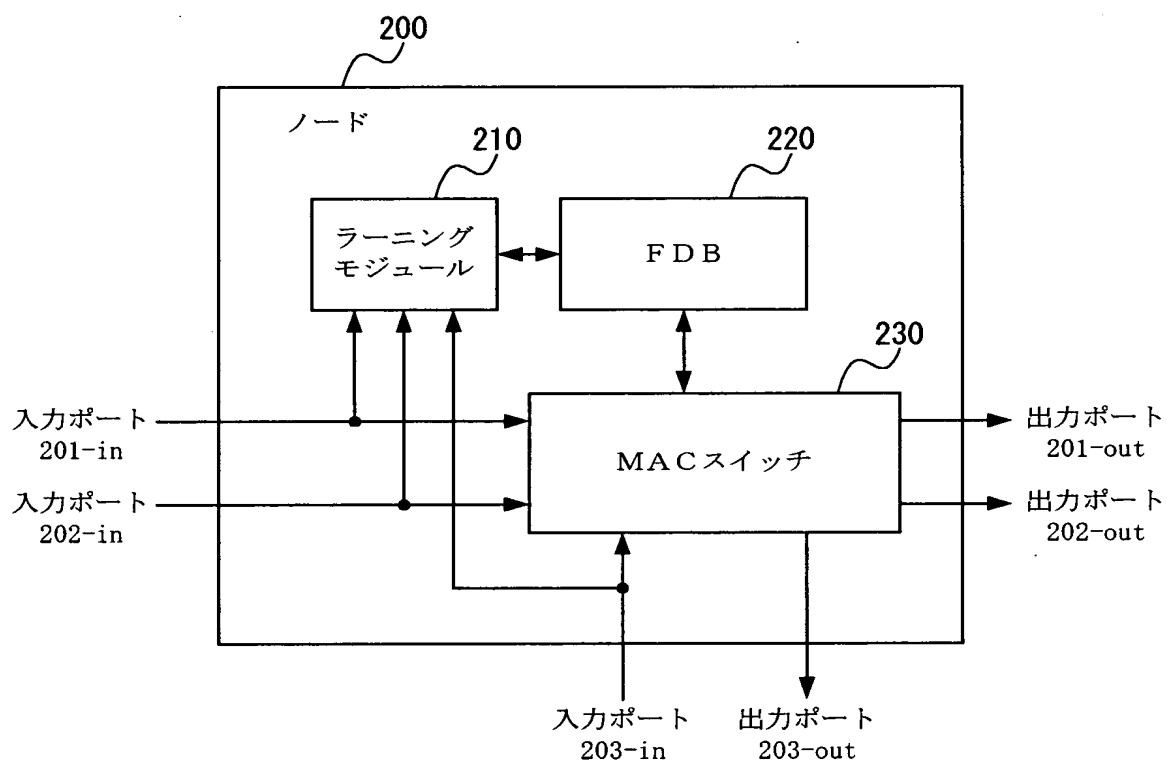




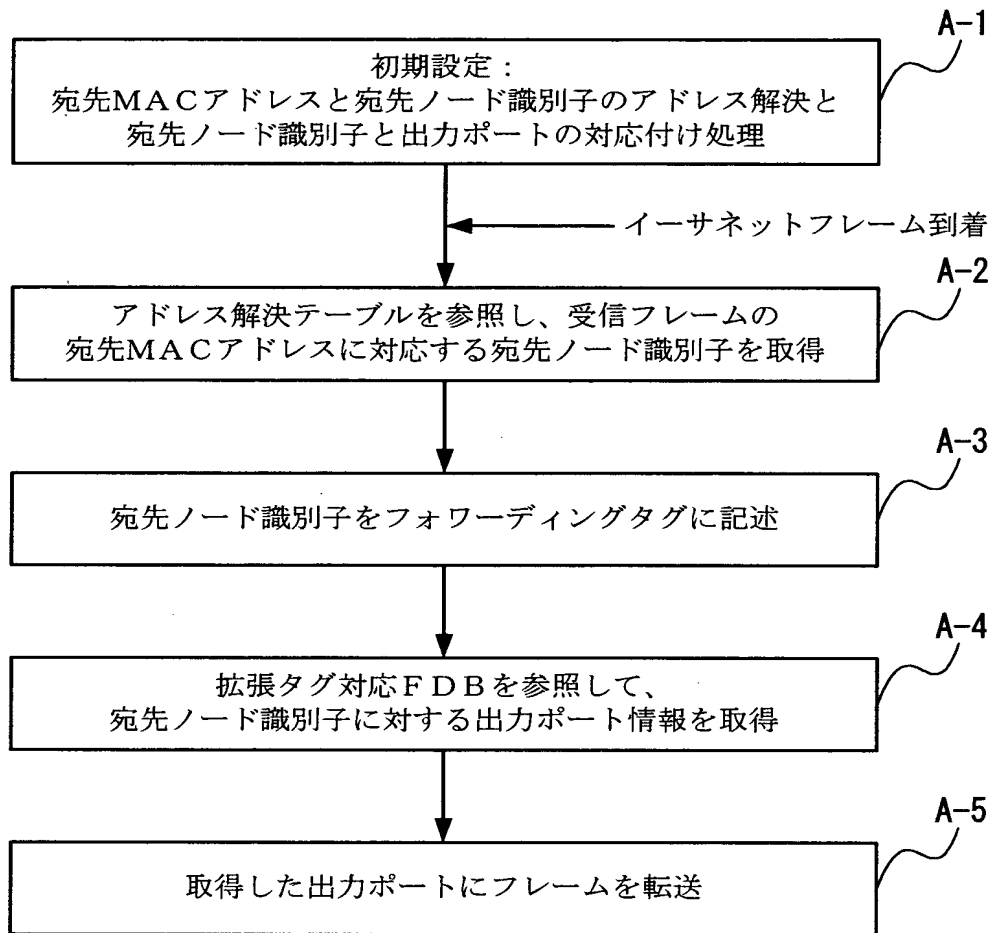
【図 3 1】



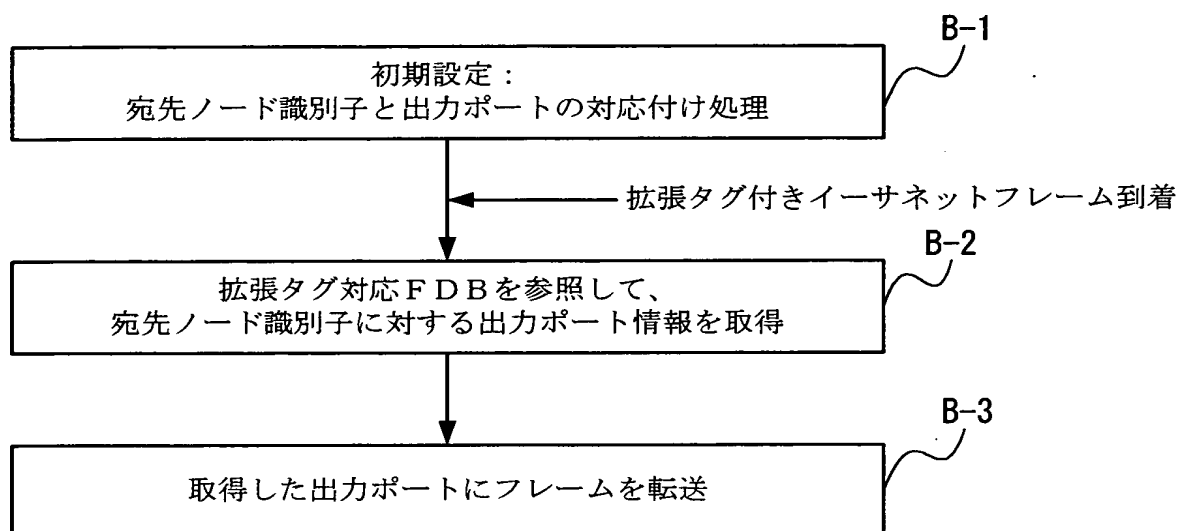
【図 3 2】



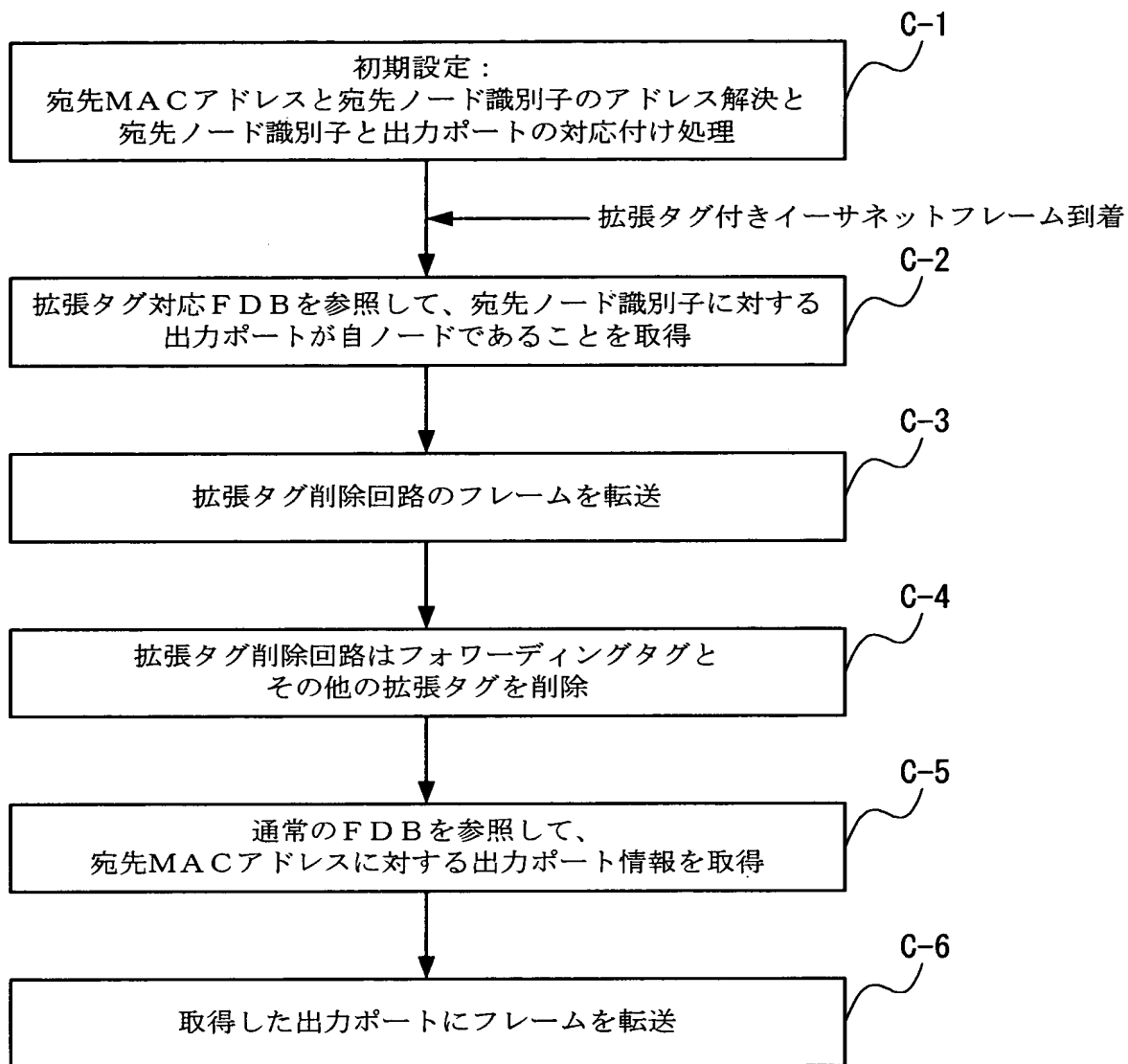
【図 3 3】



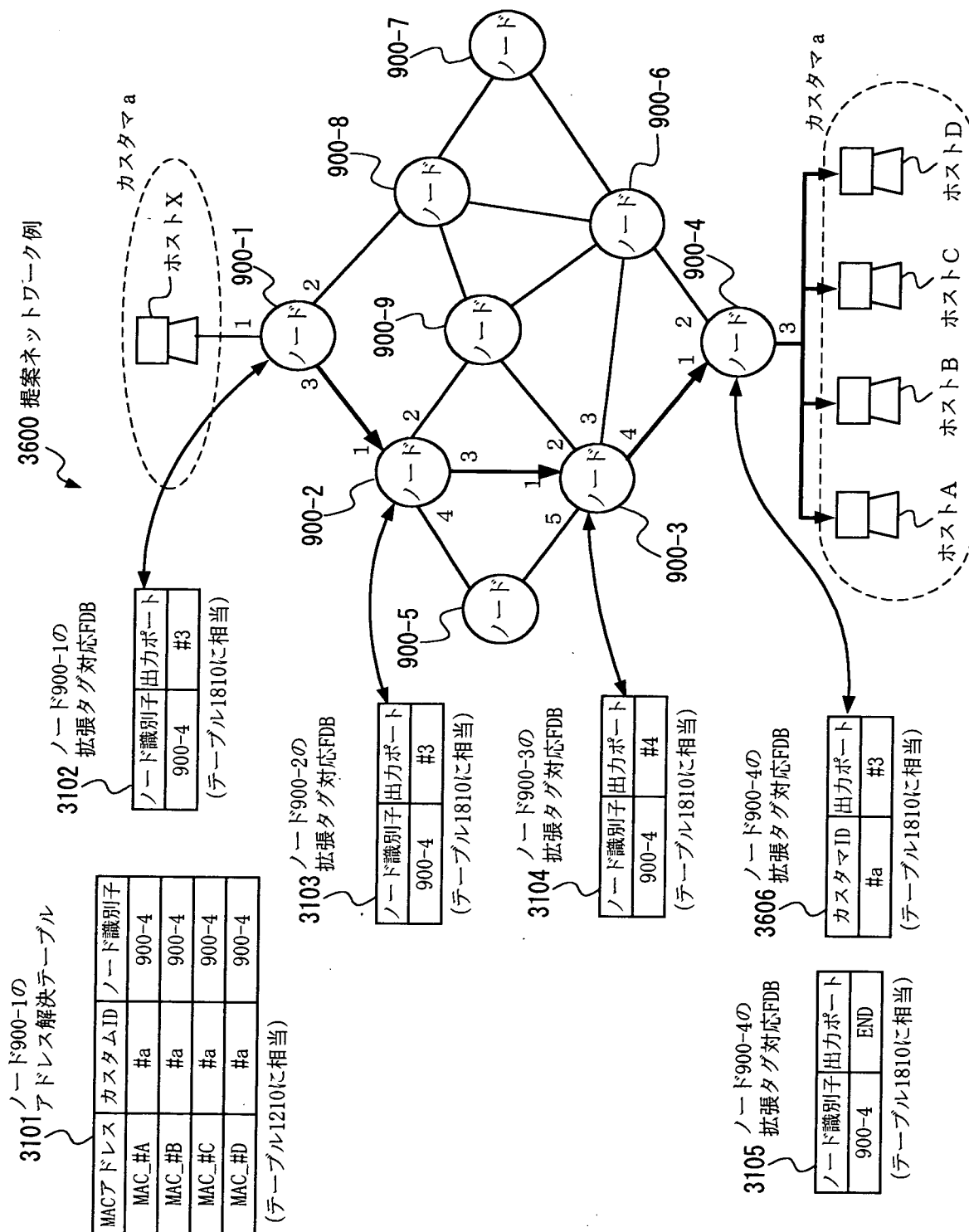
【図 3 4】



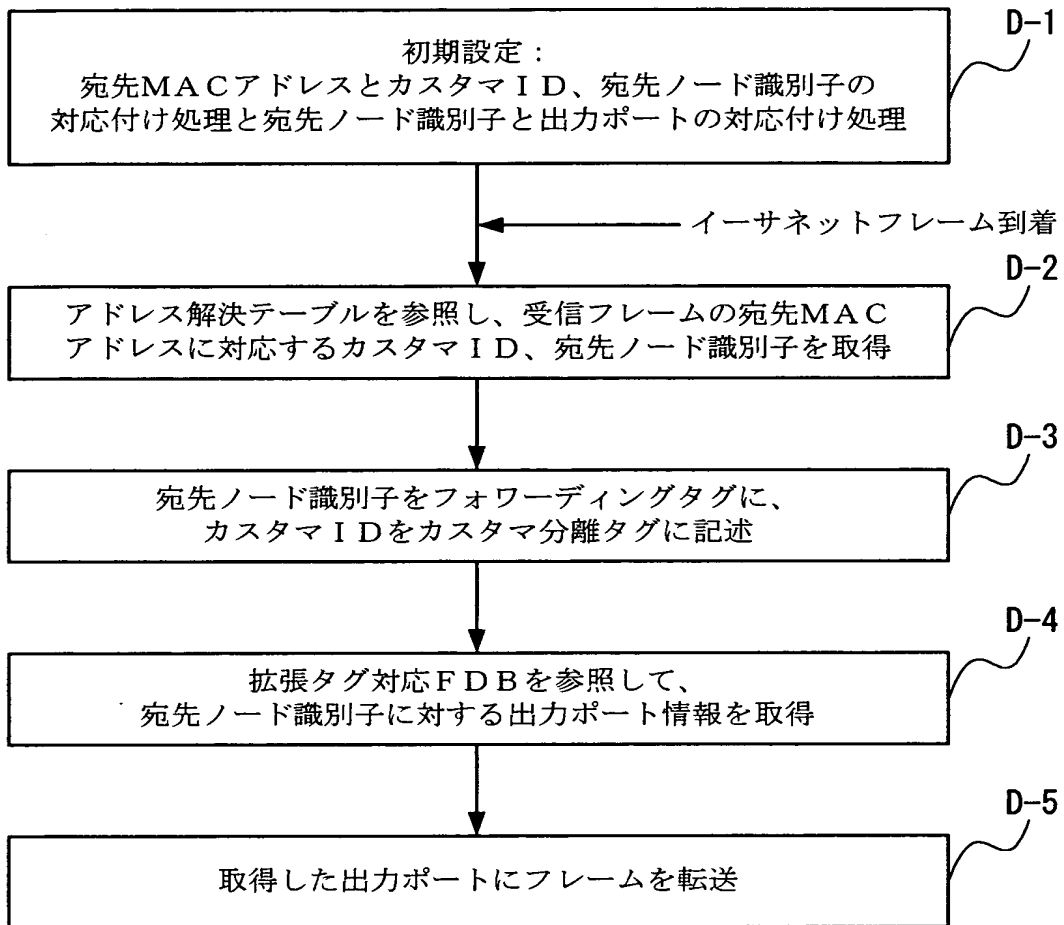
【図 3 5】



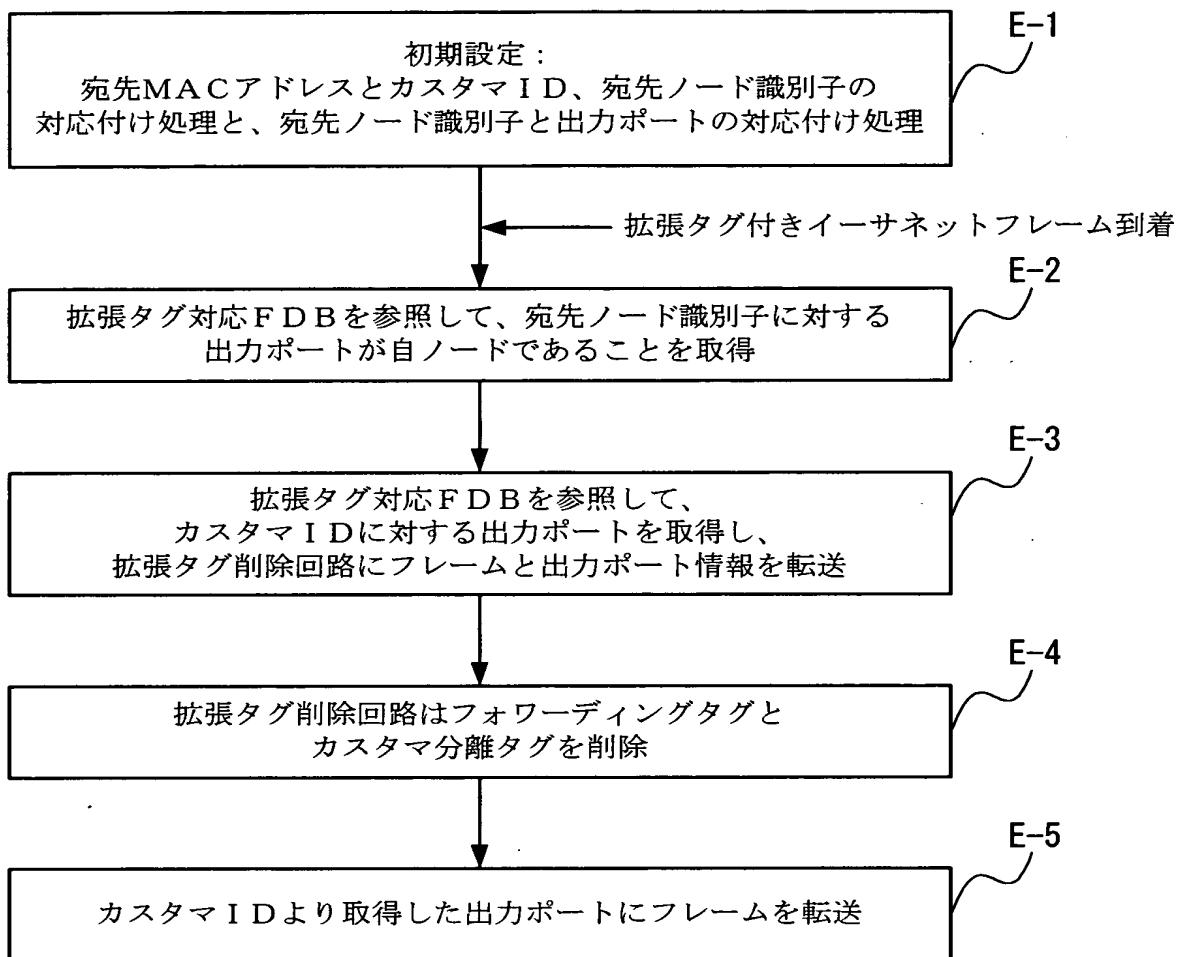
【図 3 6】



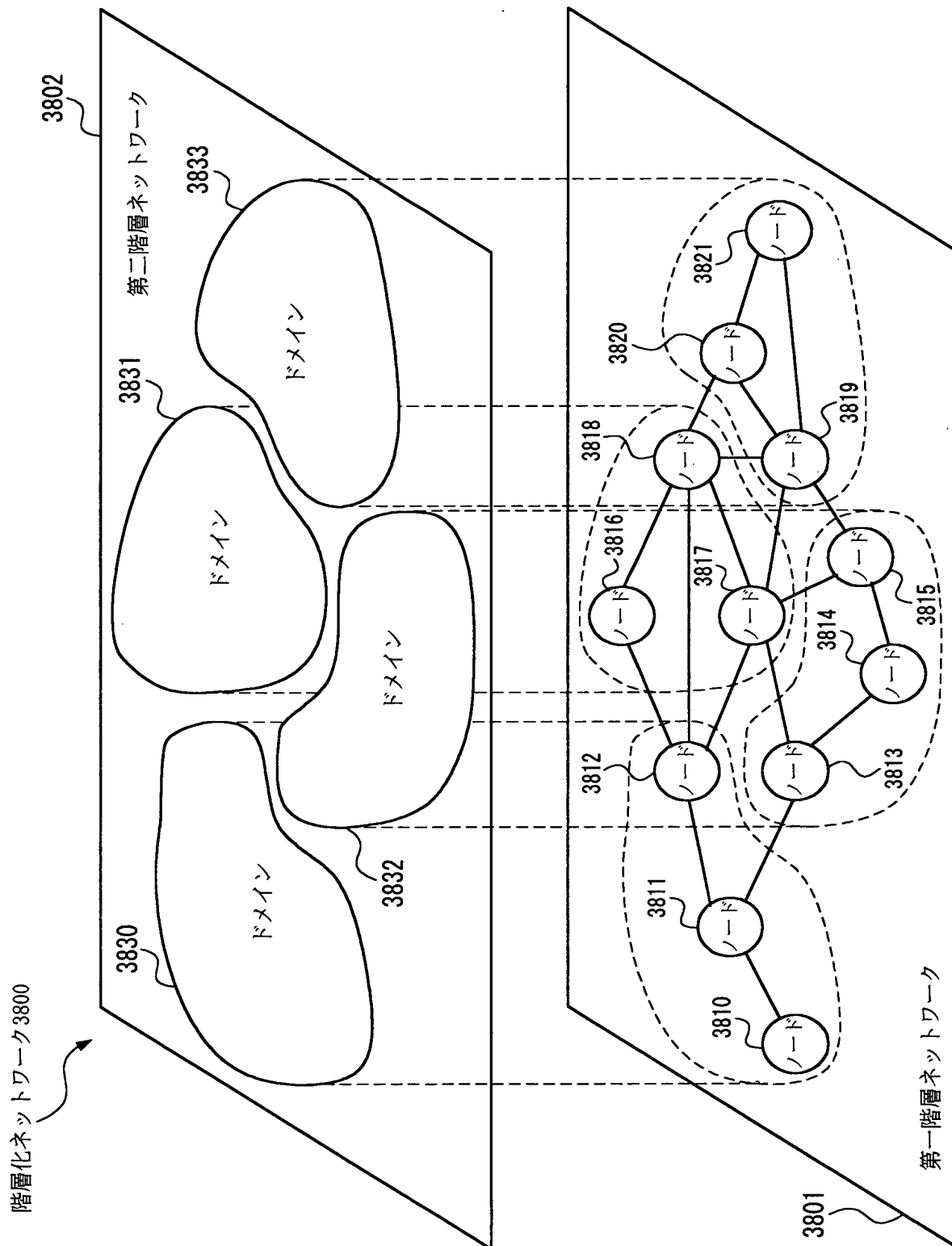
【図 3 7】



【図 3 8】

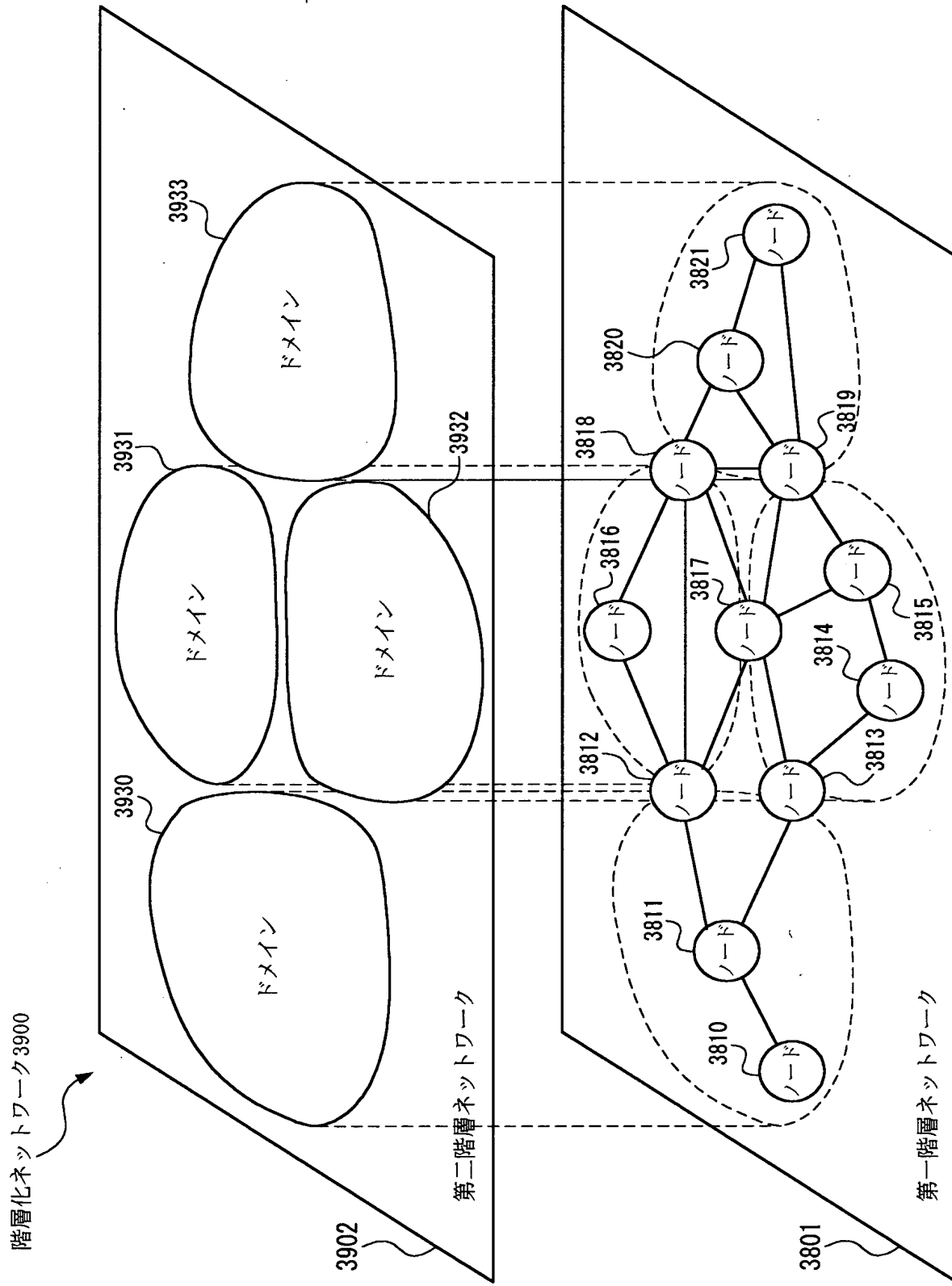


【図 39】

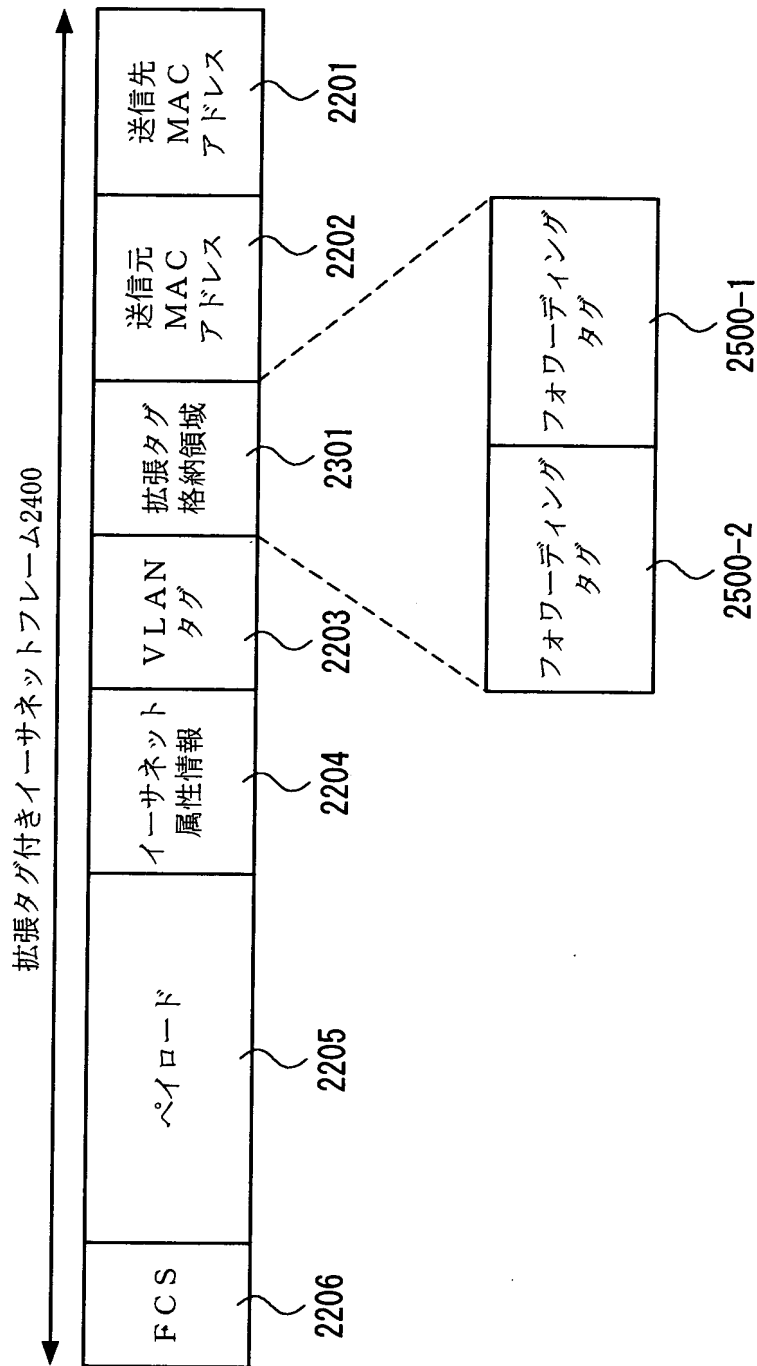




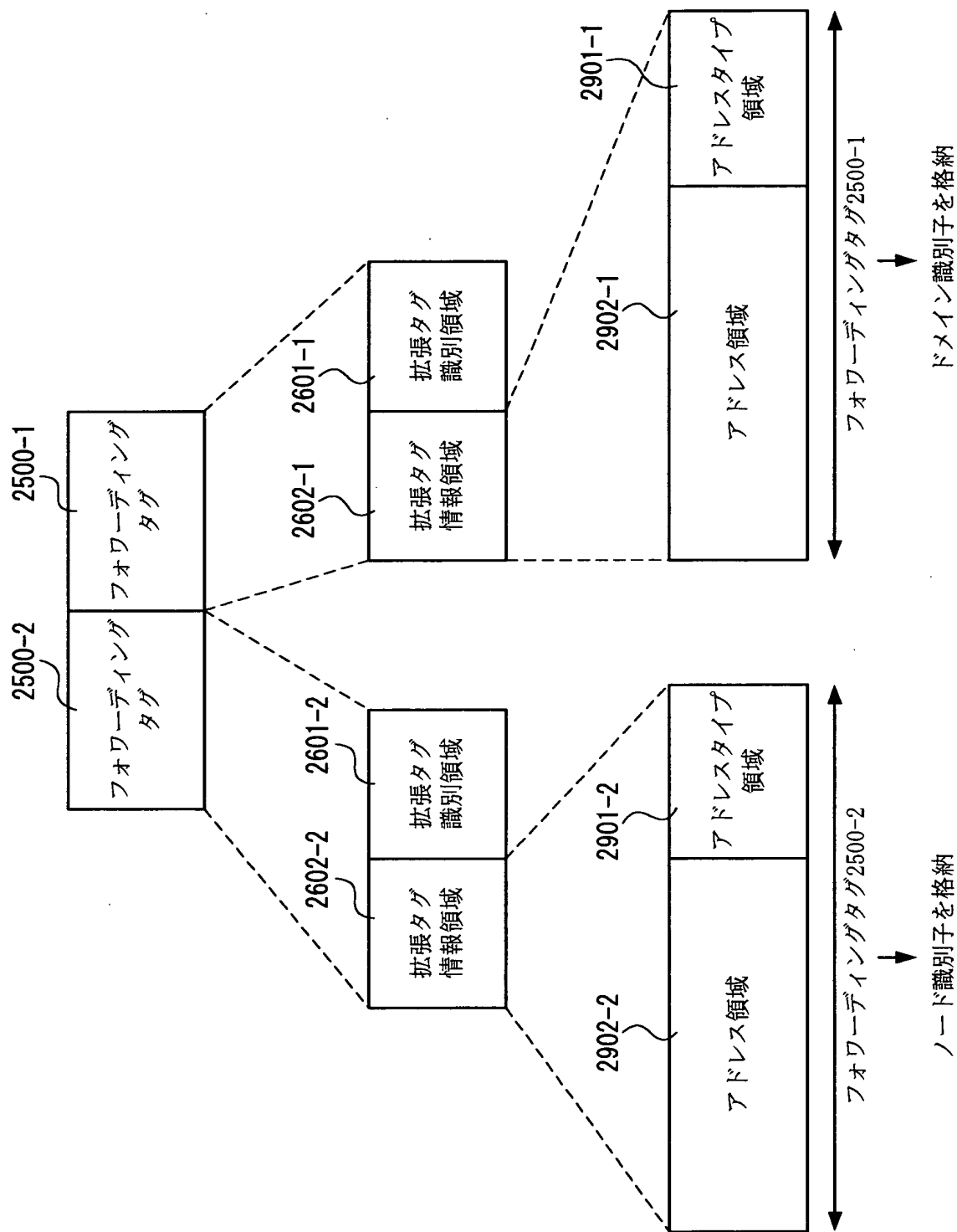
【図 40】



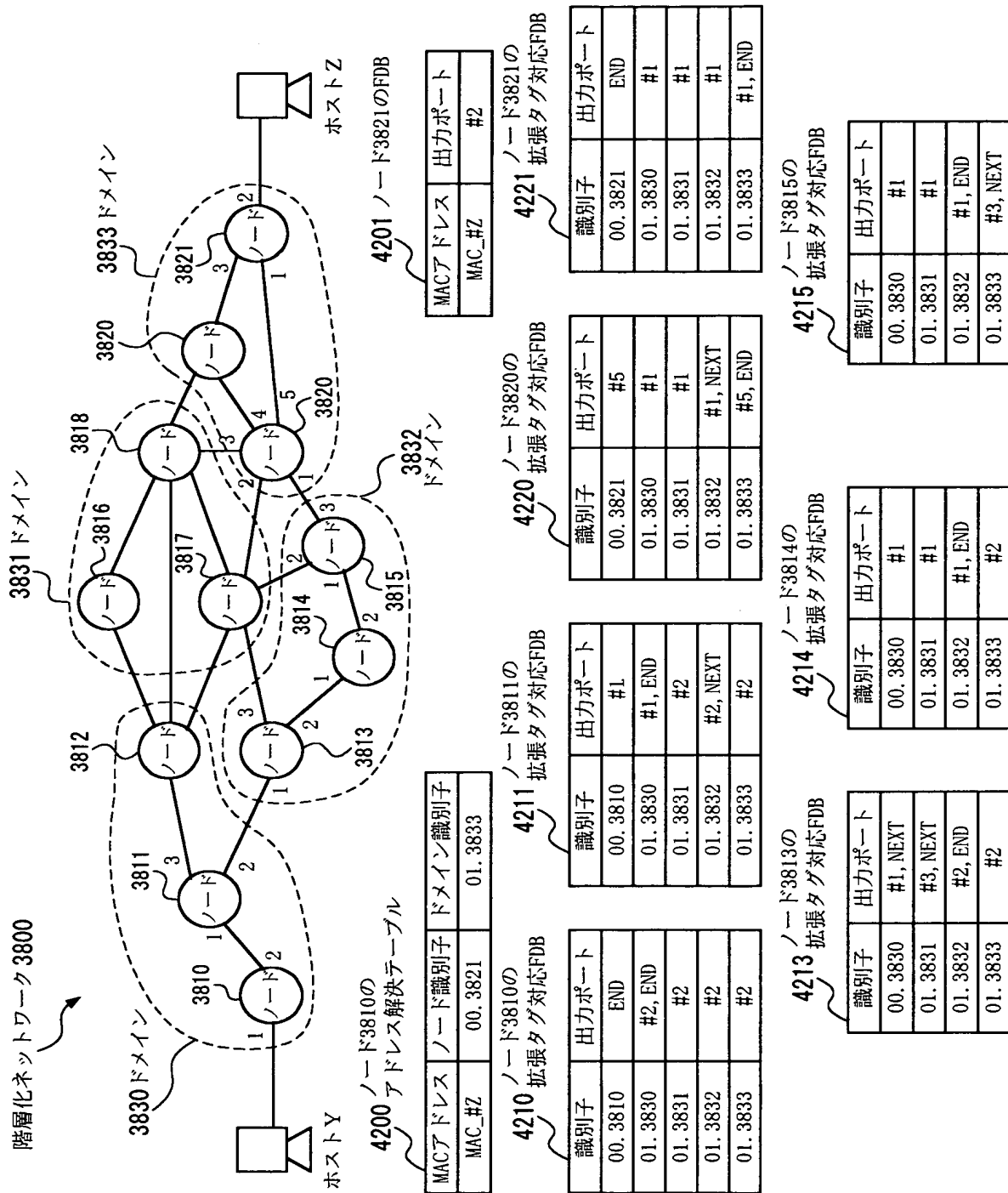
【図 4 1】



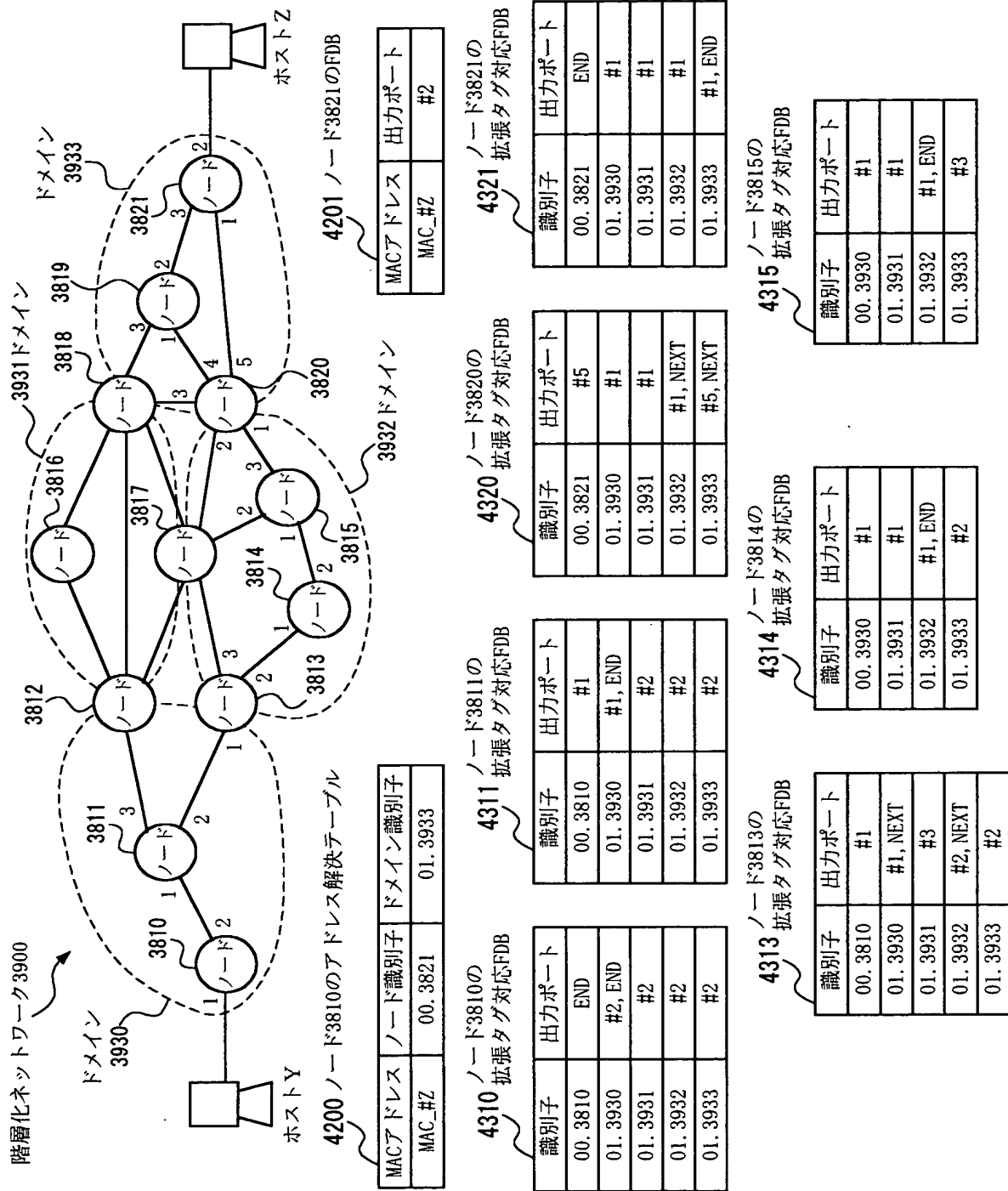
【図 4 2】



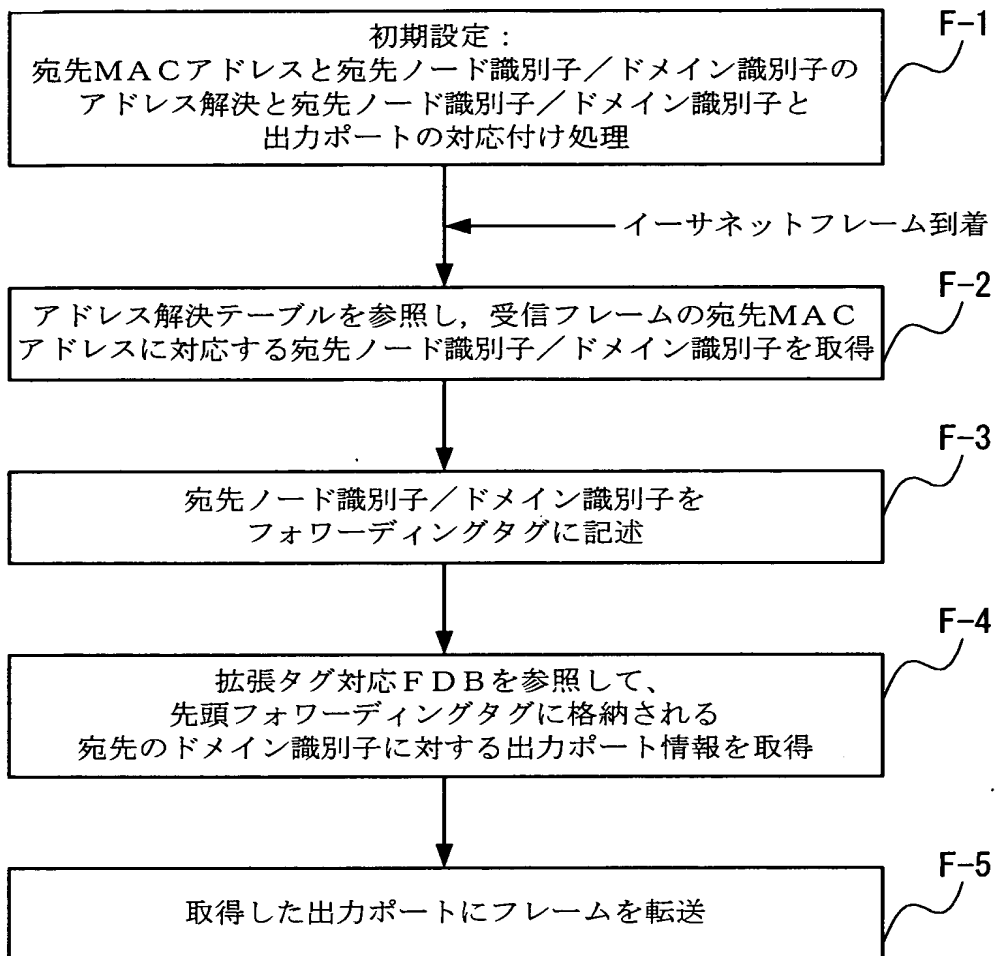
【図 4 3】



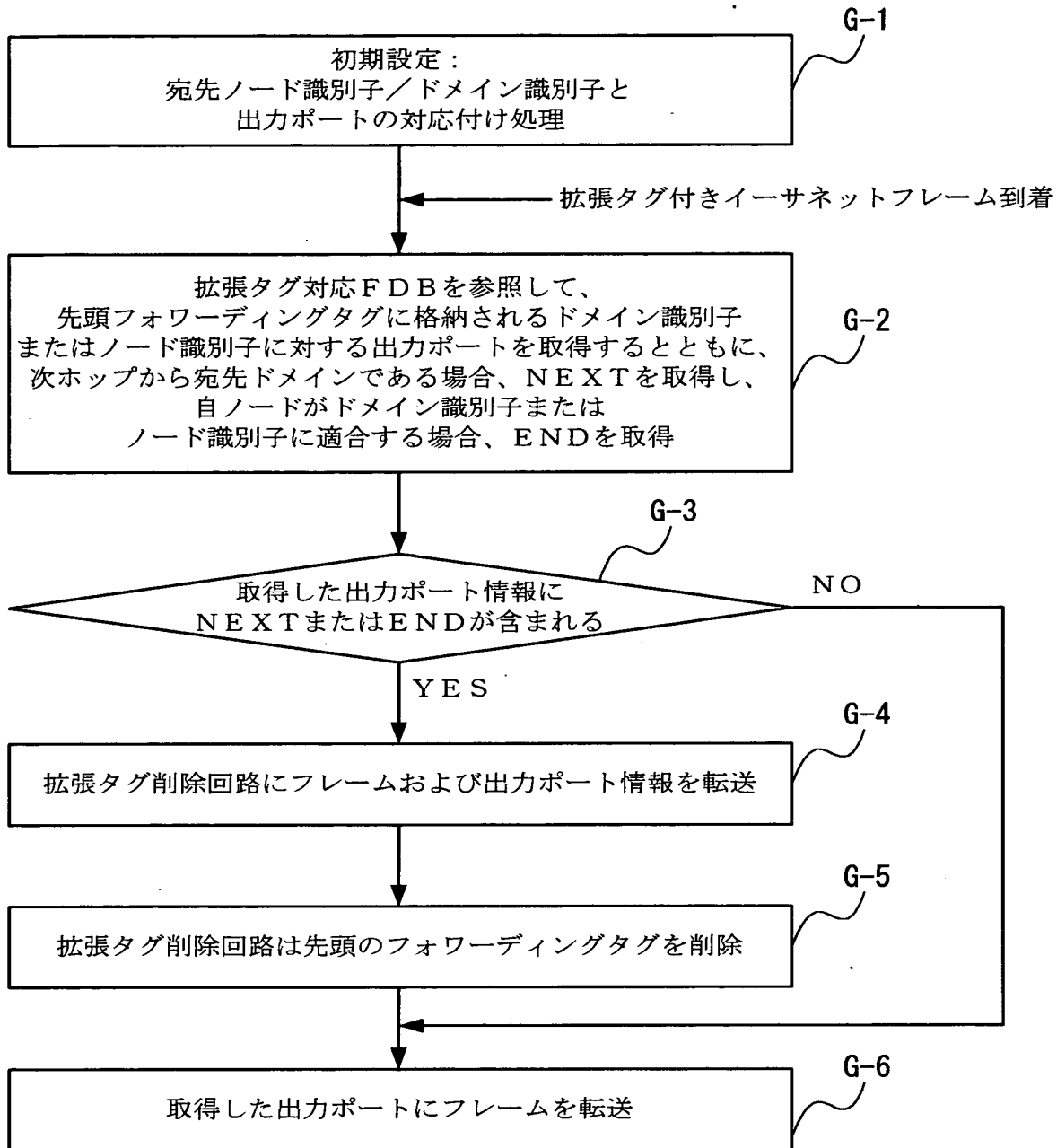
【図 4 4】



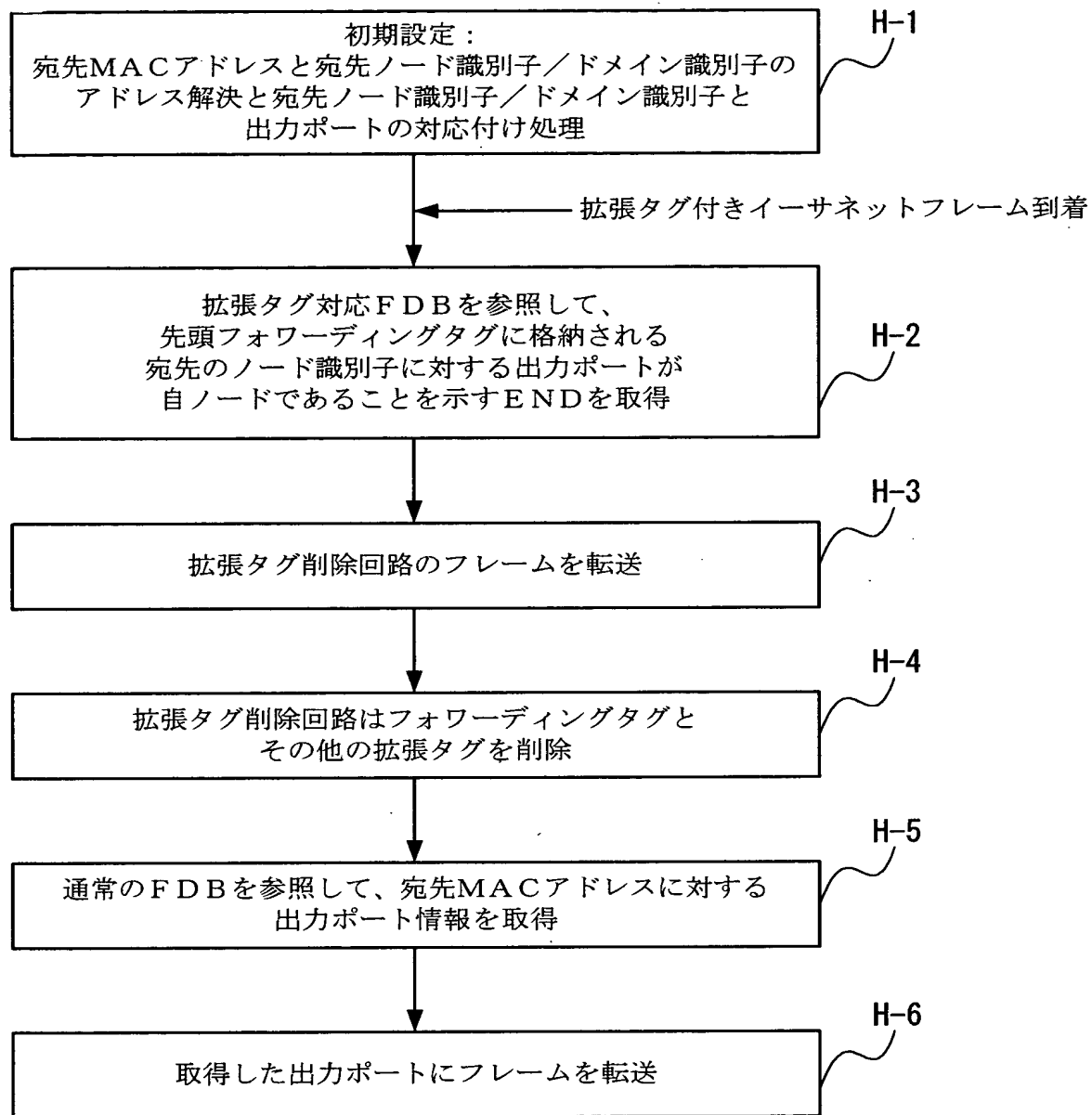
【図 4 5】



【図 4 6】

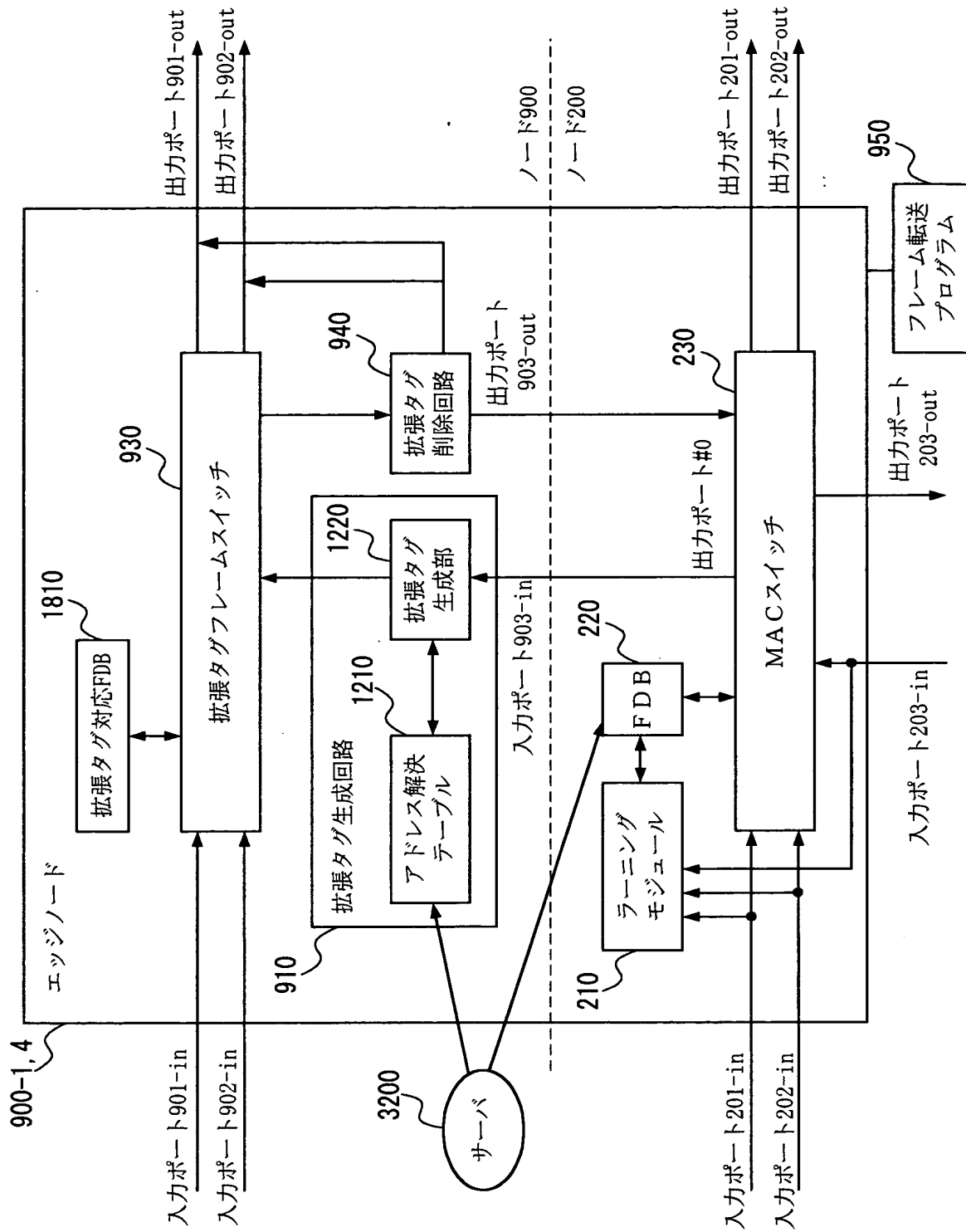


【図 4 7】

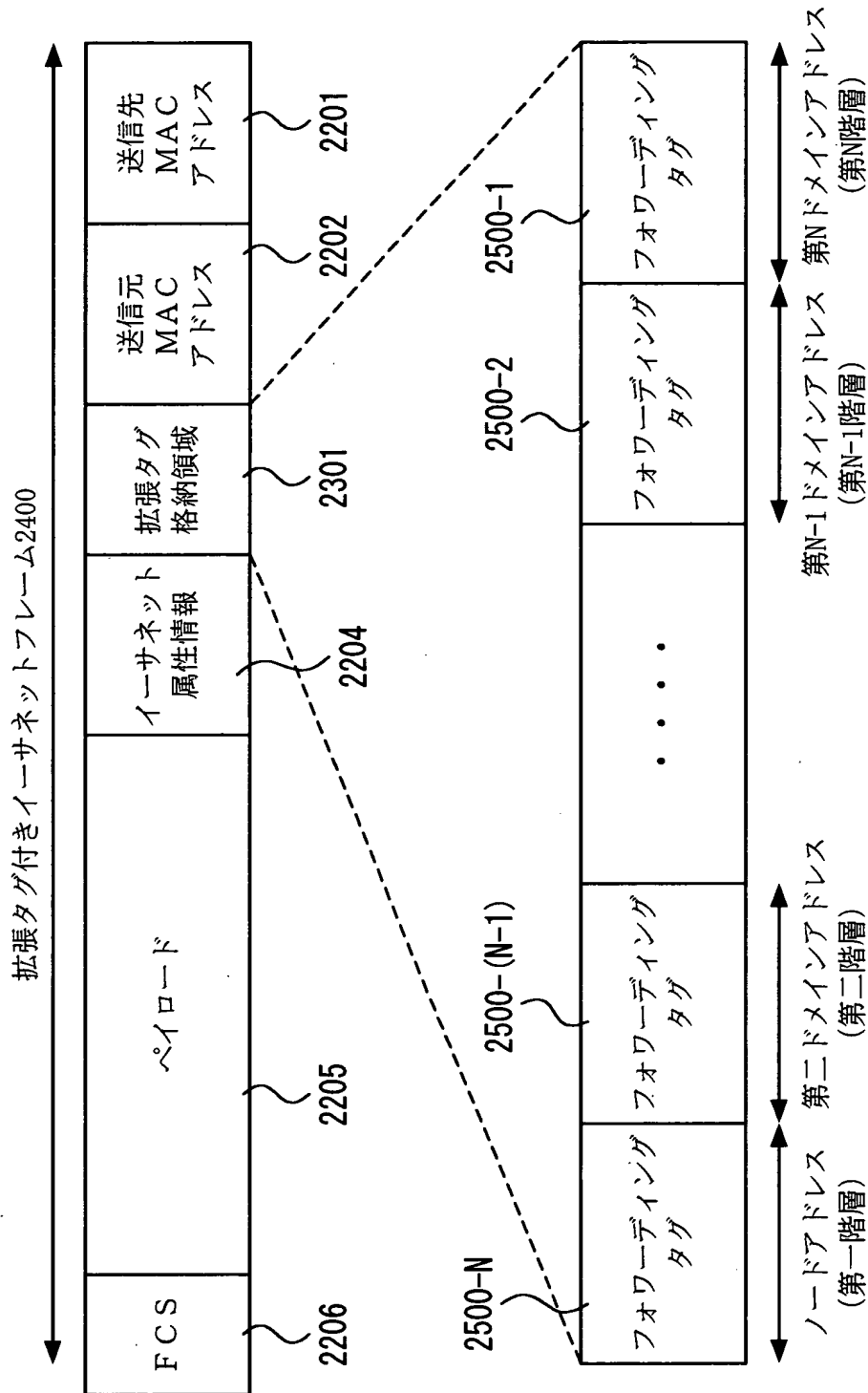




【図 48】



【図 4 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ネットワークにおけるノードのFDBに要するメモリ量を大幅に削減することができるフレーム転送方法及びノードを提供する。

【解決手段】 ネットワーク上の送信元から送られるイーサネット(R)フレームを所定の送信先に転送するネットワークにおけるフレーム転送において、入力されたイーサネット(R)フレームに、送信先となるホストへの出口側となるエッジノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加して拡張フレームとし、ネットワーク上の各ノードが、付加された拡張タグのフォワーディング情報に基づいてデータフレームを中継し、出口側のエッジノードへ転送する。

【選択図】 図 2 3

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 3 9 4 6 5
受付番号	5 0 2 0 1 2 2 9 5 5 8
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 4 年 8 月 2 3 日

< 認定情報 ・ 付加情報 >

【提出日】	平成14年 8月20日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号  
氏 名 日本電気株式会社